

Utfodring i ekologisk mjölkproduktion

Birgitta Johansson & Maria Wivstad

EPOK

Centrum för ekologisk produktion och konsumtion



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Centrum för ekologisk produktion
och konsumtion (EPOK)

Förord

Det har skett en kontinuerlig utveckling av ekologisk mjölkproduktion i Sverige under de senaste decennierna. Högre avkastningsnivåer har uppnåtts samtidigt med höga ambitioner för resurseffektiv och miljövänlig produktion med god djurvelfärd. Denna utveckling fortsätter. En omfattande forskning har bidragit till mer kunskap och bättre lösningar, men det finns fortfarande en mängd frågor kvar att beforska. Ambitionen i denna skrift har varit att sammanfatta nuvarande kunskapsläge med fokus på utfodring av kon och kalven, både under stall- och betesperioden och på några olika utfodringsstrategier som är lämpliga i ekologisk mjölkproduktion. Vi har dock inte kunnat ta med alla aspekter och alla studier som finns inom området.

Ett stort fokus i arbetet har legat på proteinförsörjning, inte minst att belysa grovfodrets betydelse för kornas näringsförsörjning och möjligheten att hämta protein från vallfodret. Dessutom eftersträvas en hög självförsörjningsgrad på gården och därmed användandet av hemmaodlat foder. En viktig aspekt i arbetet med kunskapsöversikten har även varit att poängtera vikten av att korna är effektiva i sin omvandling av

foder till mjölk för att få lönsamhet och nå en hållbar och miljömässigt bra mjölkproduktion, vilket idag betonas starkt inom forskningen.

EPOK vid SLU har finansierat arbetet med kunskaps-sammanställningen och Birgitta Johansson, tidigare anställd vid SLU i Skara samt vid EPOK, är huvudförfattare. Vi vill rikta ett varmt tack till flera personer som bidragit i arbetet, Margareta Dahlberg, MD Lantbruksråd, för synpunkter på hela syntesen utifrån sin omfattande erfarenhet som rådgivare; Elisabet Nadeau, SLU Skara, för värdefulla diskussioner och granskning av avsnitt om grovfoder, samt Frida Dahlström, SLU Skara, för beskrivning av några gårdar där SLU har gjort parasitstudier.

Uppsala, april 2019

Maria Wivstad, föreståndare EPOK/SLU

Birgitta Johansson, Jordbruksverket

Utfodring i ekologisk mjölkproduktion

Publiceringsår: 2019, Uppsala

Publicerad av SLU, EPOK – Centrum för ekologisk produktion och konsumtion

Layout: Janne Nordlund Othén, SLU, EPOK

Omslagsfoto: Ekologiska mjölkor vid Stabby gård utanför Uppsala, foto: Janne Nordlund Othén

Tryckt hos SLU, Repro

Typsnitt: Akzidenz & Bembo

ISBN 978-91-576-9658-8

© SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Sammanfattning

Mjölkkor och mjölkproduktion är en hörnsten i det ekologiska lantbruket i Sverige. Kretsloppstänkandet som är vägledande för ekologisk produktion kommer till uttryck i regelverken genom begränsningar av inköp av foder och djur. Det är viktigt med resurseffektiva kretslopp inom och mellan gårdar som baseras på lokala eller regionala resurser för att uppnå en väl avvägd växtnärbalans. Mjölkproduktionen passar väl in i ett ekologiskt systemtänkande. Korna kan omvandla gräs och kvävefixerande vallbladväxter till högvärdiga näringsämnen åt oss människor samt till mark och gröda via gödseln.

Olika modeller för mjölkkornas försörjning har studerats i forskningen, såsom utfodring med stora andelar grovfoder. Andra strategier kan vara att 1) ge grovfoder och enbart spannmål, 2) grovfoder, spannmål och gårdsproducerat proteinkraftfoder eller 3) grovfoder och biproduktbaserat kraftfoder. De flesta studier visar att mjölkkorna kan ge en hög mjölkavkastning med en stor andel grovfoder, om grovfodret är av god näringsmässig och hygienisk kvalitet. Även den högvastande kon kan hämta en stor andel av proteinet från grovfodret och att ersätta proteinkraftfoder med bra grovfoder är lönsamt. Eftersom det finns krav på höga vallfodergivor i det ekologiska regelverket är vallfoderkvaliteten avgörande för en effektiv mjölkproduktion och det är viktigt med en optimal skördestrategi för vallfoder. Att komplettera vall och spannmål med ett proteinkraftfoder ger en bra balans i foderstaten och kan vara nödvändigt för att försörja de mest högvastande korna med näring.

Mjölkkor har stort behov av tillförsel av protein av god kvalitet, framförallt under de första månaderna efter kalvningen när de producerar som mest mjölk. Jämfört med importerat sojamjöl har de närproducerade alternativen en sämre proteinkvalitet, vilket för

idisslaren främst betyder att en stor andel av proteinet bryts ner i vommen. Utnyttjandet av proteinet blir därmed sämre än om det bryts ner i tarmen. Trots detta har försök visat en god produktion med närproducerat foder, vilket kan bero på en god synkronisering mellan protein- och energiedbrytningen.

Att nötkreatur vistas ute är en grundförutsättning i ekologisk produktion och de ska även ha en del av sitt foderintag via bete under betesperioden. I ekologisk produktion får djuren inte avmaskas förbyggande så det är viktigt att ha en bra alternativ lösning för att undvika parasitangrepp under betesperioden. Kunskap om betesstrategier för att undvika parasitangrepp är alltid det viktigaste redskapet för att undvika betesparasiter i ekologisk produktion. Dock är det svårt att ange en lösning som passar alla då varje gård har olika förutsättningar.

Ekologiskt uppfödda kalvar ska dia eller få helmjölk via en konstgjord spene under de första tre månaderna. Efter en veckas ålder ska de hållas i par eller med flera kalvar i grupp. Kalven kommer då igång bättre med att äta annat foder än mjölk och den blir mindre påverkad av avvänjningen. En bra tillväxt tidigt i livet är viktigt eftersom den kan påverka framtida mjölkavkastning positivt.

Eftersom grovfodret har stor betydelse i en ekologisk foderstat är dess kvalitet och utnyttjande högprioriterade forskningsområden. Vi behöver även förbättrade odlingsmetoder för de proteinkraftfoder som redan finns och fungerar bra som foder, men som är svårödlade, och om andra nya eller ny-gamla fodermedel som vi skulle kunna odla i Sverige. Vi behöver veta mer om hur fodret ska processas och hanteras för förbättrat fodervärde, framförallt vad vi kan göra på gårdsnivå.

Innehåll

FÖRORD	2
SAMMANFATTNING	3
BAKGRUND	5
KONS KRAV PÅ FODERSTATEN	7
Önskemål och krav på foder i mjölkproduktionen.....	9
FODERMEDEL OCH DESSEGENSKAPER	11
Vallfoder.....	11
Grönfoder och helsäd.....	14
Proteinfoder.....	15
Mineraler och vitaminer.....	18
GÅRDSANPASSAD FODERBEREDNING	20
Malning, krossning och pressning.....	20
Värmebehandling.....	20
Krossensilering.....	22
Egenproducerat kraftfoder.....	22
EKOLOGISKA FODERSTATER, ALLTID MED GROVFODER SOM BAS	23
Utfodring med stora vallfodergivor.....	23
Vallfoder plus spannmål.....	24
Val av proteinfoder.....	25
Biprodukter.....	28
BETESPERIODEN	30
Parasitangrepp vid betesdrift.....	31
Gårdsexempel.....	32
Betesdrift och robotmjölkning.....	35
KALVHÅLLNING	37
SLUTSATSER OCH FRAMTIDSUTSIKTER	40
Kväveeffektivitet och fodertnyttjande.....	41
Strategival.....	41
Lönsamhet och foder.....	42
Forskningsbehov.....	43
REFERENSER	45

Bakgrund

Ekologisk mjölkproduktion bygger på fyra grundläggande principer om hälsa (principle of health), ekologi (principle of ecology), rättvisa (principle of fairness) och omsorg (principle of care), gällande för all ekologisk produktion i världen.¹ Enligt dessa principer är det viktigt att se till helheten. Det bidrar till att man inom den ekologiska produktionen tänker i system och kretslopp på olika nivåer. I olika texter som formulerats av den globala paraplyorganisationen IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) finns ett stort fokus på försiktighetsprincipen, exempelvis försiktighet

med ny teknik tills tillräcklig dokumentation finns om bevisad ”ofarlighet”. Exempel på detta förhållningssätt är att GMO-grödor inte tillåts.²

Kretsloppstänket som är vägledande för ekologisk produktion kommer till uttryck i regelverken genom begränsningar av inköp av foder och djur, som i sin tur leder till att en gård med ekologisk djurhållning behöver mer mark för egen foderodling och bete än en motsvarande konventionell. En ko på bete är ett exempel på ett kort funktionellt kretslopp där kon betar näringsämnen från betet som i kon omvandlas till energi åt kon, mjölk, kött och gödsel. Näringsämnena i gödseln sprids direkt tillbaks till betesväxterna. På gårdsnivå kan kretsloppet beskrivas i en växtnäringsbalans, där gården inte ska ha betydande överskott av växtnäring genom stora mängder inköpta foder- och gödselmedel, utan där den tillförda näringen ska vara ungefär lika stor som den bortförda i form av mjölk och annat som produceras och säljs från gården. Ett sådant välbalanserat kretslopp kan vara svårt att uppnå på en enskild gård. Det är därför viktigt med resurseffektiva kretslopp mellan gårdar som baseras på lokala eller regionala resurser. På så sätt kan man regionalt uppnå en väl avvägd växtnäringsbalans utan varken stora överskott eller underskott.

Trots svårigheter att nå optimala kretslopp passar mjölkproduktionen väl in i ett ekologiskt systemtänkande. Korna kan omvandla gräs och kvävefixerande vallbladväxter till högvärdiga näringsämnen åt oss människor och till mark och gröda via gödseln. Deras kalvar ger rekryteringsdjur och kött.

Det finns mycket resultat från forskning om utfodring av mjölkkor i ekologisk produktion. Ändå återstår många frågor att studera, exempelvis hur man försörjer korna med lagom mycket protein på ett effektivt sätt där proteinet utnyttjas till produktion och som ger



FOTO: ANNIKA ARNESSON

minimal miljöpåverkan. I en ekologisk kofoderstat ska det ingå en stor andel grovfoder, men en fråga är hur man kan få en bra grovfoderkvalitet som kan bidra till kornas energi och proteinförsörjning? Hur man kan optimera försörjningen med när- eller gårdsproducerat foder? Exempelvis importeras en hel del kraftfoder från andra länder även i ekologisk produktion, såsom raps och sojabönor. Även inom Sverige kan det bli långa transportsträckor av foder, bland annat på grund av att djurproduktionen är koncentrerad till södra delarna av Sverige och att det till exempel i Mälardalen produceras mycket foderspännmål samtidigt som djurproduktionen är begränsad i området.³

Syftet med denna syntes är att diskutera möjliga utvecklingsvägar för ekologisk KRAV-certifierad mjölkproduktion baserat på nyare forskning samt på erfarenheter från praktiken. Vi har valt att diskutera den KRAV-certifierade produktionen eftersom närmast all ekologisk mjölk som produceras i Sverige är certifierad enligt KRAV, även om EU:s regelverk för ekologisk produktion är basen i den ekologiska mjölkproduktionen. Syntesen fokuserar på utfodring av kon och kalven, både under stall- och betesperioden och på några olika utfodringsstrategier som är lämpliga i ekologisk mjölkproduktion. Syntesen pekar även på forskningsbehov för att hitta optimala framtida utfodringsstrategier.

Faktaruta 1

Ekologisk mjölkproduktion i siffror

I Sverige produceras mjölken av cirka 300 000 mjölkkor som är avlade för hög mjölkavkastning, som svensk röd och vit boskap (SRB) och svensk holstein (SH). I ekologisk produktion används samma raser och mjölkavkastningen är något lägre än i konventionell produktion – 9411 respektive 10 315 kg energikorrigerad mjölk (ECM) per ko och år för kor anslutna till kokontrollen under 2018.⁴ Ekologiska gårdar i Europa är större och lantbrukarna är yngre än vid konventionell drift.⁵

Medelantalet kor per gård i ekologisk produktion i Sverige 2018 var 106 kor jämfört med 89 för konventionell produktion.⁴ Cirka 19 procent av de svenska korna hålls i ekologisk produktion och produktionen utgör cirka 17 procent av den totala mjölkproduktionen.^{4, 153}

FOTO: ANNIKA ARNESSON



Kons krav på foderstaten

Idisslare är fysiologiskt anpassade till att äta en grovfoderbaserad foderstat med hög fiberandel. Att utfodra mjölkkor med mycket kraftfoder kan leda till utfodringsrelaterade sjukdomar som till exempel acidosis (Faktaruta 3). Att ge korna mycket vallfoder är bra för kornas hälsa och välfärd, vår miljö och lantbrukarens ekonomi. Lönsamhetsberäkningar baserade på försöksresultat har visat bäst lönsamhet vid en vallfodergiva på 50–60 procent av torrsubstansen.^{6,7} I dag har vi dessutom ett mycket bättre grovfoder än för 30–40 år sedan, med tanke på näringsinnehåll och hygien. Dock är dagens mjölkcor avlade för en hög mjölkavkastning och deras näringsbehov är särskilt stort kring kalvningen då mycket näring förs över till råmjölken och de är allmänt under fysiologisk stress.⁸

“Genom att analysera näringsinnehållet i det hemmaproducerade fodret har man störst möjlighet att få en bra balans i foderstaten och näringsförsörja korna enligt deras behov. Det egna fodret kan då kompletteras med exakt det som behöver köpas in.”

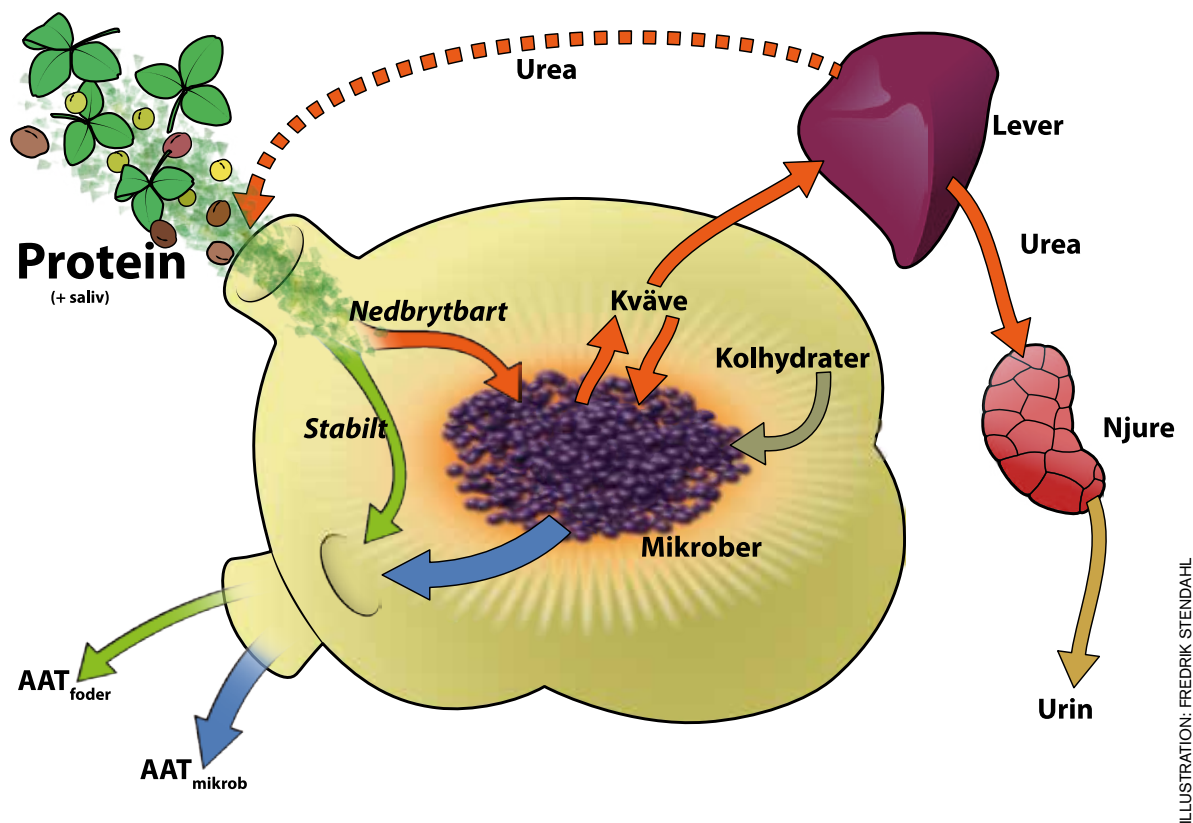
Det är vanligt att mjölkcor är i negativ energibalans den första tiden efter kalvning då de inte kan konsumera tillräckligt för sin mjölkproduktion. Det är viktigt med en balanserad foderstat för att hålla korna friska och för att näringen i fodret ska utnyttjas maximalt. Med KRAV:s regler finns begränsningar i vad korna kan utfodras med (Faktaruta 2). Där finns minimikrav på självförsörjning, men den verkliga självförsörjningsgraden varierar från minimikraven upp till en i det närmaste 100 procentig självförsörjningsgrad. Att ha en hög grad av självförsörjning på gården kan i viss mån vara i konflikt med kornas näringsbehov.⁹

Ett exempel är om markens kopparhalt är låg så påverkar det oftast inte den odlade grödan. Men konsekvensen av en låg kopparhalt i fodret kan påverka djuret negativt. Därmed blir det extra viktigt i ekologisk produktion där en stor andel av fodret produceras lokalt att hitta rätt lösning för foderstat på den egna gården, där man hittar ett sätt att utnyttja näringsämnen maximalt. En relativt stor andel foder köps in till många ekologiska gårdar idag, dock betydligt lägre andel än i konventionell produktion.¹⁰ Genom att

Faktaruta 2

KRAV-regler för mjölkcor

- Inget konventionellt foder
- Inga GMO- eller hexanextraherade fodermedel
- Av fodret ska 60 procent vara hemmaproducerat
- Fri tillgång på grovfoder, minimumnivåer
>50 procent de första tre månaderna i laktationen (av daglig torrsubstans)
>60 procent senare i laktationen
- Minimumnivå för foder från bete
Mjölkcor – minst 6 kg torrsubstans per dag
- Krav på utevistelse
Under betesperioden krävs tillgång till betet under mer än 12 timmar per dygn
Kalvar ska vistas ute från 4 månaders ålder under betesperioden
- Helmjölk ska ges till kalvar i 3 månader via konstgjord spene eller att man har amkor
- Begränsningar av tillsatsmedel för ensilage



Figur 1. Proteinomsättning i vommen

Faktaruta 3

Grovfoder gör miljön i våmmen mer stabil

Spannmål ger en hög produktion av flyktiga fettsyror med en pH-sänkning i våmmen som följd, vilket ökar andelen propionat i förhållande till acetat. Den långsamma fibernedbrytningen av grovfoder ger en jämnare fettsyraproduktion och därmed en jämnare och högre pH-nivå i våmmen, samt mer acetat som används till mjölkfettbildning. Grovfoder stimulerar även idissling och salivproduktion, kons eget buffertsystem. Vid lågt pH i vommen kan kon få acidosis, ett sjukdomstillstånd som först ger minskat foderintag, men även diarré och ett försämrat allmäntillstånd.

analysera näringsinnehållet i det hemmaproducerade fodret har man störst möjlighet att få en bra balans i foderstaten och näringsförsörja korna enligt deras behov. Det egna fodret kan då kompletteras med exakt det som behöver köpas in.

Mjölkkor har stort behov av tillförsel av protein av god kvalitet, framförallt under de första månaderna efter kalvningen när de producerar som mest mjölk. En idisslare är inte beroende av fodrets aminosyrakvalitet på samma sätt som enkelmagade djur är. Jämfört med importerat sojamjöl har de närproducerade alternativen en sämre proteinkvalitet, vilket för idisslaren främst betyder att en stor andel av proteinet bryts ner i vommen och utnyttjandet av proteinet blir sämre än om det är stabilt i vommen och bryts ner i tarmen. En stor del av kvävet i vommen förloras via urinen och bidrar därmed till ökade kväveförluster till miljön.^{11,12} Trots detta har försök visat en god produktion (mjölkavkast-

ning eller tillväxt) med närproducerat foder, vilket kan bero på en god synkronisering mellan protein- och energinedbrytningen och därmed ett optimalt foderutnyttjande med en effektiv mikrobproteinsyntes som följd (Figur 1). Om det finns tillräckligt med energi från kolhydraternas nedbrytning tillgängligt i foderstaten samtidigt som proteinnedbrytningen sker kan det vomnedbrytbara proteinet utnyttjas effektivt för att bygga upp mikrobprotein som idisslarna sedan kan utnyttja.¹¹ Mikrobproteinet kan passera vidare till tunntarmen där det omvandlas till aminosyror som tas upp i blodet. Bra grovfoder och stor konsumtion av grovfoder ger mycket mikrobprotein.

“Produktionen av protein i Sverige kan ökas genom att öka odlingen av de traditionella proteingrödorna, men också genom att öka proteininnehållet i vallen.”

Effekten av råprotein i foderstaten på mjölkavkastning är avtagande med koncentrationen.¹³ Det blir inte någon ytterligare avkastningshöjning när totalfoderstaten innehåller över 16,5 procent råprotein¹³ och det är dålig hushållning med kväve att överutfodra korna med protein. När koncentrationen går under cirka 14 procent blir det däremot en direkt minskad avkastning¹⁴ så korna bör inte heller underutfodras. Det blir då en obalans så att kornas potential inte utnyttjas. Genom att se till att korna har tillräckligt med lättillgänglig energi i foderstaten samtidigt med nedbrutet protein i vommen får man en balans i utfodringen som gör att mikroorganismerna kan bygga mycket mikrobprotein. Energin kan hämtas från lättnedbrytbar fiber i tidigt skördat vallfoder, från fett i oljeväxter eller från stärkelse i spannmål och baljväxter. Stärkelsen i krossade ärter har en lägre smältbarhet i vommen jämfört med spannmål. Detta är bra när kon utfodras med stärkelsrika foderstater för att exempelvis undvika vomacidosis.

Om foderstaten är stärkelsefattig kan en finare struktur på ärtorna, som genom malning, ge en snabbare vomnedbrytning och ett något högre energivärde.^{15,16} Samtidigt ger en finare struktur på ärtorna även en

snabbare nedbrytning av ärtprotein i vommen. Foderbeta är ett annat fodermedel som tillför energi. Den är odlings säker och smaklig men är svår att hantera i utfodringen.

Önskemål och krav på foder i mjölkproduktionen

I dag ställs många krav på innehållet i mjölkornas foderstat. Önskemål om att minska beroendet av importerade fodermedel gäller inom både konventionell och ekologisk produktion. Inom ekologisk produktion ska foderstaten enbart innehålla ekologiska fodermedel och samtidigt vara sammansatt på ett sätt som minimerar miljöbelastningen från mjölkproduktionen. Foderstaten ska även innehålla enbart GMO-fria fodermedel.² En stor andel av kornas foderstat ska dessutom utgöras av grovfoder och bete.

Den främsta utmaningen med enbart närproducerat/hemmaproducerat foder i foderstaten är försörjningen av protein, och efterfrågan på dessa proteinfodermedel är stor. Av de traditionella proteinfodermedlen (vallbaljväxter ingår inte här) som användes i Sverige 2011, var endast 39 procent producerade i Sverige.¹⁷ Mjölkkorna förbrukar mer än hälften av det proteinfoder som används i svensk djurhållning, vilket är naturligt eftersom de svarar för en stor del av djurproduktionen.¹⁷ Med helsvenska foderstater finns ett begränsat antal proteinfodermedel att tillgå. De vanligaste är ärter, åkerböna och raps. Produktionen av protein i Sverige kan ökas genom att öka odlingen av de traditionella proteingrödorna, men också genom att öka proteininnehållet i vallen.¹⁷ En stor del av proteinförsörjningen hämtas från vallfodret och vallbaljväxterna har generellt högre proteininnehåll än gräs. Med proteinfoder menas foderråvaror som tillför mer protein per energienhet än spannmål.¹⁷

Faktaruta 4

Miljöpåverkan av odling av foder

En stor del av det ekologiska lantbruket i Sverige utgörs av mjölkproduktion. Vilken sorts foder som djuren äter, hur och var detta foder produceras påverkar produktionens miljöpåverkan. Vallfoder med stort inslag av baljväxter som fixerar sitt eget kväve från luften, ger mycket skörderester som bidrar till markens kolförråd. Vallfodret utgör en stor del av de ekologiska mjölkkor-nas foderstat och produceras genomsnittligt med både låg klimatpåverkan¹⁸ och låg utlakning av kväve.¹⁹ Vid analys av hela produktionssystemet visar dock den vetenskapliga litteraturen att klimatpåverkan per producerad mängd livsmedel är ungefär lika stor från ekologisk som från konventionell mjölkproduktion.^{18,20,21} Den stora andelen baljväxtrik vall på de ekologiska gårdarna är positiv ur klimatsynpunkt, medan den lägre skörden av framförallt spannmål, trindsäd och oljeväxter ger ett minus i kalkylen jämfört med konventionell produktion.

Vad gäller utsläpp av övergödande ämnen är variationen stor mellan gårdar. En analys av kväveflöden på ekologiska och konventionella mjölgårdar i Sverige visade dock högre indikatorvärden (exempelvis överskott i växtnäringsbalanser) för risk för kväveförluster på de konventionella mjölgårdarna än på de ekologiska.¹⁰ Författarna menar dock att det finns stora osäkerheter vad gäller data, speciellt uppskattningen av den

biologiska kvävefixeringen, vilket gör att man ändå inte drar några säkra slutsatser vad gäller skillnader i kväveutsläpp mellan ekologiska och konventionella mjölgårdar.

En miljöfördel vid odling av ekologiskt foder jämfört med konventionellt är att användningen av kemiska växtskyddsmedel i ekologiska lantbruksgrödor är i stort sett obefintlig, vilket gör att produktionen inte bidrar till spridning av dessa medel i miljön.

Att använda foderstater med lågt råproteininnehåll kan vara ett effektivt sätt att minska utsöndrat kväve via träck och urin från nötkreatur och öka kväveutnyttjandet, men det minskar även mjölkproduktionen. Mikrobproteinets aminosyrasammansättning motsvarar kons behov bättre än aminosyrasammansättningen i fodermedlen^{8,22}, därmed borde råproteininnehållet kunna sänkas i foderstaterna och kväveutnyttjandet förbättras utan att produktionen sänks när foderstaten ger stor andel mikrobprotein. Ett genomsnitt över flertalet olika vallfoder har visat att foderproteinets till ungefär en tredjedel är stabilt i vommen, vilket medför att utnyttjandet av nära två tredjedelar av råproteinets är beroende av om det omvandlas till mikrobprotein²³.

Fodermedel och dess egenskaper

Vallfoder

Nötkreatur kan omvandla cellulosarikt foder (som vi människor inte kan äta) till näringsrik mat, mjölk och kött. I Sverige, liksom i flera av de nordiska länderna har vi god tillgång på mark och ett klimat som passar för vallproduktion. Kunskaperna kring vallodling och skörd samt vallens fodervärde har utvecklats väsentligt under det senaste halvsekle och vi har bra möjligheter att odla vallfoder av framförallt gräs och klöver med hög kvalitet. Eftersom det finns krav på höga vallfodergivor i det ekologiska regelverket är vallfoderkvaliteten avgörande för en effektiv ekologisk mjölkproduktion.

Tillför fiber som ger energi

För att idisslarens vom ska fungera är det viktigt att den utfodras med tillräckligt med fiber (strukturella kolhydrater) av rätt kvalitet. Fibern ger struktur som stimulerar idissling, vilket bryter ner foderpartiklarna till mindre storlek, vilket i sin tur underlättar mikroorganismernas nedbrytning av fodret i vommen. I vallfodrets cellväggar finns de strukturella kolhydraterna cellulosa och hemicellulosa som mikroorganismerna i vommen kan bryta ner och använda som energikälla. Dessa nedbrytbara kolhydrater är mer eller mindre bundna till lignin och graden av dessa bindningar avgör hur mycket av cellväggen som kan brytas ner då lignin är osmältbart.²⁴ Vallväxtens innehåll av cellväggar mäts

som NDF (neutral detergent fiber) med olika andelar av smältbar NDF och osmältbar NDF (iNDF). Innehållet av iNDF har ett starkt samband med lignininnehållet i växten. Ju senare utvecklingsstadium hos vallväxten desto



FOTO: LINDA AF GEIJERSTAM

lägre blir koncentrationen av råprotein och socker och desto högre blir innehållet av NDF. Fiberns smältbarhet blir också sämre (andelen iNDF ökar) vid senare utvecklingsstadier hos växten. Det kan påverka både foderkonsumtion och produktion²⁵ då foderkonsumtionen ökar vid hög smältbarhet och låg NDF.²⁶

Vallfodrets näringsmässiga kvalitet beror till stor del på vilka arter det innehåller, hur det skördas och hur ensileringen lyckas. Förutom skördetidpunkt är hanteringen i skördekedjan viktigt, som exempelvis användning av ensileringssmedel och förtorkning.

“Kunskaperna kring vallodling och skörd samt vallens fodervärde har utvecklats väsentligt under det senaste halvsekle och vi har bra möjligheter att odla vallfoder av framförallt gräs och klöver med hög kvalitet.”

“Ensilage av vallbaljväxter, som till exempel rödklöver, har visat sig ge större foderintag och därmed högre mjölkavkastning och bättre tillväxt hos växande nötkreatur och lamm jämfört med rent gräsensilage.”

Baljväxter innehåller genomsnittligt mindre socker och mer protein än gräs vid samma mognadsstadium.⁸ Gräs som har gödslats med höga kvävegivor kan ha liknande proteinhalt som baljväxter, vilket dock inte är så vanligt i ekologisk produktion där kvävegödslingen är begränsad. Gräs har generellt större andel NDF än lusern och klöver vid liknande utvecklingsstadium, men cellväggarna hos baljväxter är i regel mer lignifierade än hos gräs, det vill säga de har större andel NDF som inte är smältbart (iNDF).²⁷ Det låga innehållet av smältbar NDF hos lusern kompenseras av att den smältbara delen av NDF i lusern bryts ner snabbare än i gräs, vilket gör att foderkonsumtionen inte begränsas så mycket av den högre andelen iNDF.²⁷

Ensilage av vallbaljväxter, som till exempel rödklöver, har visat sig ge större foderintag och därmed högre mjölkavkastning och bättre tillväxt hos växande nötkreatur och lamm jämfört med rent gräsensilage.^{28,29,30} Effekten på foderintag beror på skillnader i växternas cellstruktur och nedbrytningshastighet där de nedbrutna partiklarna från vallbaljväxter är små och kan lämna vommen snabbt. Vidare minskar metanproduktionen i vommen vid utfodring av baljväxter och ger slaktkroppar med högre halter av omegafettsyror jämfört med gräsensilage.^{28,30} Eftersom vallbaljväxterna lätt bryts ner till små partiklar i vommen kan de dock ge problem med trumsjuka. I Sverige förekom dock inga registrerade fall av trumsjuka på stall under första delen av 2017, enligt kokontrollens sjukdomsrapportering³¹ där trumsjuka förutom ”på stall”, delas in i ”på bete” eller bara ”trumsjuka”.

Tillför protein

Även om vallfoder normalt inte räknas som proteinfoder tillför klöver/gräsvall protein i foderstaten. En

stor andel av mjölkornas proteinbehov kan hämtas från vallfoder som innehåller höga nivåer av råprotein och därmed minska behovet av kraftfoder. Men det är inte bara mängden råprotein i vallfodret som är intressant utan proteinets kvalitet har även stor betydelse för hur kon kan utnyttja proteinet. En stor del av råproteinet i vallfoder är lätt nedbrytbart i vommen, vilket gör att det inte utnyttjas lika bra som om det vore mer vomstabil (hög RUP; rumen undegraded protein). Därmed är det viktigt med smältbar fiber från vallfodret som energikälla för att mikroorganismerna ska kunna bygga upp mikrobprotein. En del av proteinet i vallfodret finns i cellväggen och en mindre del är där bundet till lignin och kan då inte utnyttjas av idisslaren.³²

Vallens artsammansättning, snabb torkning vid skörd, snabb sänkning av pH vid ensileringen är alla faktorer som påverkar proteinets kvalitet. Vid jämförelser mellan olika vallbaljväxter visar sig rödklöver ha många fördelar.²⁷ Dels innehåller rödklöver polyfenoloxidas (PPO; se nedan) och dels verkar råproteinet i rödklöver och även i karingtand ha en större andel vomstabil protein jämfört med lusern och vitklöver.²⁷ Skillnader i proteinkvalitet mellan sorter av rödklöver har visats bero främst på mognadsstadium vid skörd, därmed är det även viktigt att välja skördetidpunkt efter sort/typ av rödklöver.³³ När baljväxterna utvecklas fram mot blomning ökar andelen RUP, men samtidigt minskar växtens innehåll av energi varför man inte kan rekommendera att skörda vid senare utvecklingsstadium än knoppning till tidig blomning.³³ Genom att skörda vid detta mognadsstadium kan man få både ett högt innehåll av energi och av protein.

Faktaruta 5

Trumsjuka

Om kon inte kan rapa upp den koldioxid och metan som bildas i vommen vid fodernedbrytningen kan gasbildningen ge uppsvällad buk. Om gasen innesluts i små bubblor blir den skummande. Trumsjuka kan leda till döden om idisslaren inte får bort gasen, exempelvis genom skumdämpande medel eller genom att sticka hål på buken förutsatt att trumsjukan inte är skummande.

Hur stor andel av råproteinet i ensilage som kan utnyttjas av kon beror delvis på hur ensileringen har genomförts, vilket visas i ett försök i två delar där både en ensileringsstudie och en produktionsstudie genomfördes. I studien såg man att tillsatsmedel (ett bakteriepreparat och ett saltbaserat preparat) gav en ökning av det vomstabila proteinet från 210 till 232 gram per kilo råprotein.³⁴ Forskarna såg ingen skillnad i konsumtion eller mjölkavkastning vid utfodring av de olika ensilagen eftersom korna var väl försörjda med protein från foderstaten. Korna som fick ensilage med tillsatsmedel hade en lägre ureahalt i mjölk och i urin. Den lägre ureahalten kan förklaras med ett bättre proteinutnyttjande.³⁴ I ytterligare försök där en totalfoderstat med stor andel RUP jämfördes med en foderstat med liten andel RUP fick de båda grupperna ensilage som var skördat med eller utan tillsatsmedel. Om foderstaten redan hade stor andel RUP fann man inga skillnader mellan ensilagen, medan om foderstaten hade en liten andel RUP gav ensilaget skördat med tillsatsmedel 3 kg mer mjölk per ko och dag än med det obehandlade ensilaget.^{35,36} Detta kan vara av betydelse eftersom ekologiska foderstater ofta har liten andel RUP med de fodermedel som finns att tillgå.

Tannineffekten

Ett sätt att minska nedbrytningen av protein i vommen är att utfodra idisslarna med så kallade kondenserade tanniner som finns naturligt i vissa fodermedel. Tanninerna binder till proteinet så att de bildar komplex som skyddas från nedbrytning i vommen. Bindningen kan ske både vid ensilering i silon och när idisslaren tuggar i sig fodret. De flesta komplexen löses sedan upp i löpmagen där det är tillräckligt lågt pH. Alltför hög tanninhalt kan göra att proteinet binds för hårt och mer kväve går ut i träcken. Studier har visat att det går att förbättra svenska mjölkors proteinförsörjning med örten käringtand i slåttervallen.³⁷ I det tvååriga utfodringsförsöket jämfördes käringtand med vitklöver, med andelarna 31 respektive 17 procent i ensilageblandningen år 1 och 58 respektive 48 procent år 2 för käringtand respektive vitklöver. Forskarna såg en viss tannineffekt med minskad våmnedbrytbarhet av proteinet och en avkastningsökning (mer mjölkprotein, tendens till större mängd mjölk). Ureahalten i mjölk och urin var dock högre i käringtand-

“Vallens artsammansättning, snabb torkning vid skörd, snabb sänkning av pH vid ensileringen är alla faktorer som påverkar proteinets kvalitet.”

foderstaten vilket var tvärt emot det förväntade resultatet, eftersom man i amerikanska studier funnit lägre ureahalter i mjölk och urin och därmed ett bättre kväveutnyttjande med käringtand i foderstaten.³⁸

I försöket, där käringtand jämfördes med lusern och rödklöver, gav käringtandfoderstaten även ökad mjölkavkastning och mer mjölkprotein.³⁸ Fodrets innehåll av kondenserade tanniner var 0,8, 1,2 samt 1,6 procent av torrsubstansen. Den högsta nivån gav högre mjölkavkastning och proteinhalt i mjölken.³⁸ När studien upprepades gav dock 0,5 procent tanniner den högsta mjölkavkastningen och proteinhalt i mjölken.⁴⁷ Författarna menar att tannin-protein komplexen är beroende av tillväxtfaktorer och ensileringsförhållanden och att fler studier behövs för att hitta



FOTO: LINDA AF GEIJERSTAM

optimalt tannininnehåll i fodret. Det finns således fortfarande oklarheter av effekter av tanniner och optimal andel i fodret av foderväxter med högt innehåll som exempelvis kärringtand. Kärringtand är dock ganska osäker att odla och den genomsnittliga avkastningen är låg.⁴⁸ Därmed används den i begränsad omfattning idag.

PPO – polyfenoloxidas

Rödklöver innehåller ett annat omtalat ämne, PPO, som främst är känt som det ämne som gör skalade äpplen bruna. PPO inaktiverar växtens proteaser (växtenzym som bryter ner protein) när det finns tillgång till syre, som i fodersilon. I den anaeroba (syrefria) miljön i vommen verkar PPO på ett annat sätt och skyddar foderproteinet från mikrobernas nedbrytning. I flera studier har kväveeffektiviteten (kväve in i foder/kväve ut i mjölk) ökat då man utfodrat med rödklöver jämfört med andra vallfoder.⁴⁹

Grönfoder och helsäd

Grönfoder är ettåriga växter som odlas som komplement till annat grovfoder för att betas, utfodras direkt efter skörd eller ensileras till helsädesensilage. Helsäd kan innehålla spannmål i renbestånd eller olika blandningar med spannmål och trindsäd som ärt eller åkerböna. Helsäd av spannmål ger främst smältbar stärkelse och fiber till idisslarna och innehåller låg andel råprotein. Därmed kompletterar det ett klöverrikt ensilage bra, då klövern innehåller en hög andel lättlösligt protein. Helsäd av korn och rågvetete verkar ha ett bättre fodervärde än helsäd av havre och råg.⁵⁰ När helsäd mognar ökar andelen ax i förhållande till strå/stjälk och andelen stärkelse ökar. Samtidigt minskar den smältbara andelen av NDF.

I ett försök utfodrades mjölkkor i medel till sen laktation med fri tillgång av helsädesensilage av korn (Wallsten & Martinsson, 2009). Helsäden skördades antingen vid axgång (precis när axet kommit fram ur översta bladet), vid tidig mjölmognad (när kärnorna är fyllda med vattnigt innehåll) eller vid tidig degmognad (när kärnorna fylls med stärkelse och är halvhårda när man klämmer på dem). Helsäden utfodrades separat i fri tillgång och gräsensilage och kraftfoder ingick i foderstaten. Utfodring med helsäd som var skördad vid axgång gav ökad mjölkavkastning, fett- och



FOTO: LINDA AF GEIJERSTAM

Helsäd med vårvete och åkerböna.

“Helsäd bör ensileras med tillsatsmedel för att begränsa nedbrytning av proteinet, förbättra fermenteringen, minska torrsubstansförlusterna och minska risken för varmgång under utfodringsperioden.”

proteinhalt i mjölken och ökad fodereffektivitet jämfört med tidig degmognad.⁵¹ Författarna provade även att utfodra helsädesensilaget skördat vid axgång med antingen 30 eller 70 procent helsäd av total mängd grovfoder (blandades med gräsensilage). Det blev ingen skillnad i foderkonsumtion eller mjölkavkastning mellan de två olika inblandningarna.⁵¹ Helsädesensilage skördat vid axgång hade den bästa smältbarheten av de olika mognadsstadierna, vilket troligen var anledningen till resultaten.

“Raps som kan utfodras i ekologiska foderstater innehåller ofta fett, vilket i lagom mängd bidrar till mikroorganismernas tillväxt, men som i större mängder kan störa balansen hos mikroorganismssamhället i vommen.”

De höga fodervärdet hos tidigt skördad helsäd bör vägas mot den högre hektarsavkastningen vid senare skörd. Helsäd bör ensileras med tillsatsmedel för att begränsa nedbrytning av proteinet, förbättra fermenteringen, minska torrsubstansförlusterna⁵² och minska risken för varmgång under utfodringsperioden.

Proteinfoder

I den ekologiska mjölkproduktionen står valet av kompletterande proteinfoder till ensilage och spannmål i huvudsak mellan pelleterat kraftfoder som ofta innehåller importerad soja och närproducerade

proteinfodermedel. Jämfört med importerad soja har de inhemska fodermedlen ett lägre proteininnehåll (Tabell 1) och proteinet bryts lättare ner i vommen, alltså har de även en lägre proteinkvalitet för idisslare. Trots det har de närproducerade fodermedlen gett bra produktionsresultat i olika studier. De ekologiskt certifierade proteinkraftfodren är dyra, vilket ökar intresset för hemodlat foder.

Raps

Raps utfodras som rapsmjöl, rapskaka eller rapsfrö. Mjöl som är extraherat med lösningsmedlet hexan tillåts inte i ekologisk produktion. Raps som kan utfodras i ekologiska foderstater innehåller ofta fett, vilket i lagom mängd bidrar till mikroorganismernas tillväxt, men som i större mängder kan störa balansen hos mikroorganismssamhället i vommen.⁵³ Rapsfrö har dock en relativt långsam frisättning av fett jämfört med ren olja och 1–2 kg rapsfrö kan utfodras per dag.^{43,54} Kallpressad rapskaka är en biprodukt från rapsoljetillverkning och baseras ofta på hemodlat rapsfrö som pressats till kakor hemma på gården. Råfetthalten är hög i kakan och därmed är energi-

Fodermedel	n ^a	TS (%)	Energi ^b	Råprotein ^c	AAT ^{cd}	Fett ^c	NDF ^c	Stärkelse ^c
Ärt	3	82-89	13.9-14.0	211-259	99-114	18-26	80-137	418-581
Åkerböna	3	83-87	13.5-14.6	281-288	95	17-21	126-219	383-498
Rapsfrö	1	92	22,3	253	74	456	184	-
Kallpressad rapskaka	6	89-92	15.1-17.4	296-348	81-89	150-253	235-277	11-25
Lupin ^e	2	77	13.4-13,5	276-332	127	60-61	219-239	13
Svensk sojaböna	1	82	15.6	400	108	158	138	63
Agrodrank	1	90	13.7	349	110	68	335	25
Hampfrökaka	3	89-94	9,5-13,0	344-385	77-119	89-124	393-449	10-15
Sojamjöl	4	82-87	14.0-14.7	510-528	193	24-31	115-199	38-119

Tabell 1: Sammanställning över näringsinnehåll i olika proteinfoder som använts i försök under de senaste åren

a Källor: Johansson & Nadeau, 2006³⁹; Eriksson, 2010⁴⁰; Johansson et al., 2011a;⁴¹ Johansson et al., 2013⁴²; Johansson et al., 2015⁴³

Johansson et al., 2016⁴⁴; Karlsson et al., 2010⁴⁵; Hessle et al., 2008⁴⁶, n=antal försök

b (MJ/kg ts)

c (g/kg ts)

d Aminosyror Absorberade i Tunnarmen

e Blålupin (*Lupinus angustifolius*)



Åkerbönan Aurora.

värdet högt, men råfetthalen varierar något beroende på hur hårt kakan är pressad (Tabell 1). Innehållet av råprotein i kakan är högre än i rapsfröet och proteinet i både rapsfrö och kallpressad rapskaka har stor vomnedbrytbarhet.

Ett sätt att öka vomstabiliteten är att värmebehandla rapsen under pressningen, vilket dock kräver energi. Finska studier där fettinnehåll balanserades så att det var lika i de olika foderbehandlingarna visade att värmebehandlad rapskaka plus rapsolja gav högre mjölkavkastning än kallpressad rapskaka, vilket orsakades av att foderstaterna skiljde sig åt i andel vomstabil protein.⁵⁵ Raps har bra aminosyrasammansättning och innehåller mycket av aminosyran metionin. Raps har även högt innehåll av fosfor. Därmed kan man behöva anpassa sitt mineralfoder så att kon inte överutfodras med för mycket fosfor i rapsrika foderstater.

Fröbaljväxter (ärt, åkerböna, lupin)

Av den mängd ärt (*Pisum sativum*) och åkerböna (*Vicia Faba*) som odlas i Sverige är cirka en fjärdedel ekologiskt producerad och den största mängden utfodras som rå, krossad eller malen vara där beredningen gjorts

på gården. Ärtor har ett måttligt innehåll av råprotein och stort innehåll av stärkelse jämfört med åkerbönor, vilket gör åkerbönan mer intressant som proteinfoder (Tabell 1). Används stora givor ärter måste spannmåls-givan minskas så att det totala stärkelseinnehållet i foderstaten inte blir mer än 200 g/kg torrsbstans för kor i tidig laktation.⁵⁶ Stärkelsen i ärter bryts dock inte ner lika snabbt som i spannmål, vilket är bra för vommens mikroorganismer. Både ärt och åkerböna har relativt lågt innehåll av aminosyran metionin, men högre innehåll av lysin än i lupin och sojaböna.⁵⁷

Åkerbönan finns både som vitblommiga och brokblommiga sorter och innehåller så kallade antinutritionella substanser (ANS) samt tanniner. De brokblommiga sorterna ger oftast större skörd och har bättre sjukdomsresistens, medan de vitblommiga är närmast tanninfria. Tanniner i åkerböna bör inte vara något problem för idisslare. Tvärt om kan de vara fördelaktiga då de bromsar proteinnedbrytningen i vommen.⁵⁷ När mjölkkor utfodrades med kraftfoder med 20 procent åkerböna påverkade inte ANS mjölkavkastning, mjölksammansättning, kornas hälsa, vomnedbrytning eller mineralomsättning.⁵⁸

FOTO: BIRGITTA JOHANSSON



Lupin.

FOTO: BIRGITTA JOHANSSON



Svensk soja.

FOTO: BIRGITTA JOHANSSON



Torrdrank.

Vid en iblandning med 34,5 procent åkerböna i kraftfodret påverkades heller inte mjölkavkastningen negativt jämfört med en sojamjölfsoderstat,^{59,37} Innehållet av aminosyror lysin, metionin+cystin och treonin skiljer inte mellan brok- och vitblommiga bönor.⁶⁰

Lupin till foder finns som vit, gul och smalbladig blå lupin. I de skandinaviska länderna används främst blå lupin (*Lupinus angustifolius*) på grund av våra odlingsbetingelser.⁶¹ Fodervärdet är dock sämre för blå lupin jämfört med vit och gul lupin eftersom den har lägre protein- och fetthalt, ett högre fiberinnehåll samt större andel mättat fett.⁶² Smalbladig blå lupin innehåller mer råprotein, fett och NDF än ärt och åkerböna, men nära nog ingen stärkelse (Tabell 1). Lupiner har låg metioninhalt⁵⁷ och innehåller ANS (till exempel alkaloider), men blå lupin har lägre alkaloidinnehåll än vit lupin⁶².

Tänkbara proteinfodermedel?

Andra tänkbara svenskodlade fodermedel med stort proteininnehåll är drank, svensk sojaböna (*Glycine max*) och fröhampa (*Cannabis sativa*), men idag odlas de inte i större mängd eller finns inte som ekologisk vara. För bra foderutnyttjande samt hög fett- och proteinhalt i mjölken hos högproducerande mjölkkor rekommenderas efter ett försök med Agrodrank en giva på 1–2 kg per ko och dag i en välbalanserad foderstat med bland annat gräsensilage av god fiberkvalitet.⁶³ Fröhampa i foderstaten – upp till 143 g hampfrökaka per kg torrsustans foder – har visats öka mjölkavkastningen signifikant. Vid större mängder hampa minskade avkastningen, troligen beroende på det höga fiberinnehållet i hampan (Tabell 1).⁴⁵ Svenska sojabönor utfodrades till tjurkalvar av mjölkkras med lika god tillväxt hos kalvarna som hos de kalvar som utfodrades med sojamjöl, men något lägre tillväxt än kalvar som utfodrades med Agrodrank.⁴¹ Sojabönor är svårödlade i Sverige men odlas i viss mån i södra Sverige. Dock ger odlingarna låg avkastning jämfört med till exempel ärt och åkerböna.⁶⁴

Genom att odla vallväxter får man en stor biomassa per hektar. Nu finns teknik för att pressa biomassan till pressjuice och till fibermassa. Ur pressjuicen kan ett högkvalitativt proteinkoncentrat till enkelmagade

djur extraheras och fibermassan kan användas som foder till idisslare eller till bioenergi.⁶⁵ Proteininnehållet i biomassan beror på gröda, mognadsstadium vid skörd och eventuell kvävegödsling. Beroende på hur massan behandlas innehåller fibermassan mellan 50 och 70 procent av biomassans torrsubstans och 40 till 60 procent av proteininnehållet. Fibermassan har i försök haft kring 30 procents torrsubstans och 17 procents proteinhalt i torrsubstansen och kan lagras som ensilage. Aminosyrasammansättningen är ungefär densamma som i ursprungligt växtmaterial. En stor andel av proteinet i fibermassan är fiberbundet protein, vilket gör det lämpligt att utfodra till idisslare eftersom smältbarheten av den organiska substansen för idisslare är i det närmaste oförändrad.⁶⁵ I utfodringsförsök där ensilerad fibermassa jämfördes med ensilage från den ursprungliga gräs-klöver-grönmassan gav fibermassan både ett ökat foderintag och en högre mjölkavkastning.⁶⁶



Pressning av biomassa.

Mineraler och vitaminer

I början av 2000-talet införde EU ett förbud mot att ge tillskott av syntetiska vitaminer till idisslare i ekologisk produktion. Eftersom man trots förbudet ansåg att det fattades kunskap om hur kornas hälsa och produktion skulle påverkas av att inte ge vitamintillskott gavs snabbt en dispens för att kunna fortsätta använda framförallt syntetiskt vitamin A, D och E. Från år 2006 togs förbudet bort helt. Men fortfarande gäller att om det finns spårämnen, vitaminer och mineraler från naturliga källor att tillgå ska de användas i första hand.

Vitaminer

Naturligt förekommande vitaminer kommer främst från vallfoder och oljeväxter. Innehållet i fodret varierar beroende på bland annat klimat, skördetidpunkt och lagringsmetod. Därför har det genomförts ett antal studier i Sverige för att undersöka förutsättningarna för behov av tillskott av vitaminer till kor i ekologisk produktion. I ett försök fick hälften av korna en mineralblandning utan vitamintillskott under två år. Vid en jämförelse av vitaminer i kornas blod kunde forskarna inte se några stora skillnader mellan kor som fått och kor som inte fått vitamintillskott, utom för vitamin D och då endast under stallperioden. Men däremot försämrades kornas hälsa på så sätt att de som inte fått tillskott hade högre cellhalt i mjölken och fler juverinflammationer än de som fått vitaminer andra året i försöket. Dessutom hade korna som inte fått tillskott fler juverinflammationer år 2 än år 1, vilket visar på en långtidseffekt.⁶⁷

Korna i ovanstående försök fick ett ensilage med bra innehåll av vitaminer under hela försöket, men i andra studier har innehållet i ensilage visats variera mycket mellan skördar och år.⁶⁸ I ett annat tvåårigt försök fick korna ett tillskott av så kallat semi-naturligt vitamin E (den naturliga alkoholformen α -tokoferol förestras för att ge en stabilare form: α -tokoferyl-acetat) i en hög giva kring kalvningen, då korna har det högsta vitaminbehovet. Innehållet av vitaminer i ensilaget var nästan dubbelt så högt det ena året som det andra och tillskottet verkade ha klart mindre effekt på vitaminnivån i kornas blod när innehållet i ensilaget var högt än när de fick bara lite vitaminer från ensilaget.⁶⁹

Amerikanska National Research Councils (NRC) rekommendation, på vilka de svenska rekommendationerna är baserade, bygger på kons totala behov,⁸ men vid en utfodring med höga givor av vallfoderensilage med ett högt vitamininnehåll bör korna kunna försörja sig med vitaminer utan tillskott, åtminstone i medel och sen laktation. Problemet är att veta vilket vitamininnehåll ensilaget har och en vitaminanalys är dyr. Därmed är det troligt att rekommendationen kommer att fortsätta baseras på noll innehåll i fodermedlen till dess att en billigare analys finns att tillgå.

Det är inte bara kon som påverkas av dess tillgång till vitaminer. Det finns ett samband mellan hög halt av E-vitamin hos 1–7 dagar gamla kalvar och låg kalvdödlighet.^{70,149} Genom att utfodra högdräktiga kor med vitaminrika fodermedel får de ett högre vitamininnehåll i blodet vilket leder till en vitaminrik råmjölk som i sin tur förbättrar kalvarnas vitaminstatus.

“Genom att få tillgång till fler och billigare analyser av vitaminer och mineraler i vallfodret skulle onödiga hälsostörningar kunna undvikas och målet om högre andelar från fodret, i stället för tillskott, kunna uppnås.”

Mineraler

Kor behöver mineraler både för deras hälsa och för produktionen av mjölk och en stor andel av deras mineralintag kommer från vallfodret. Det finns stora variationer i mineralkoncentrationer (MK) i foder, beroende på exempelvis vallfodrets artsammansättning och koncentrationen av växttillgängliga mineraler i marken.⁷¹ En övergång från konventionell till ekologisk produktion kan på längre sikt medföra ändringar i jordens mineralämneshöjd och även växttillgänglighet och därmed innehållet i växten.^{72,73} I Sverige, varierar MK i marken mellan regioner⁴⁴ och en del lantbrukare har haft mineralrelaterade hälsostörningar hos kor och kalvar. Svenska mjölkkor är högproducerande och det är möjligt att det rekommenderade intaget inte uppfyller deras krav, åtminstone för vissa mineraler och i vissa områden.

Nyligen undersöktes MK i 4872 prover av grovfoder från olika delar av Sverige. Proverna delades in i 10 regioner och 212 av proverna var från ekologiska gårdar. De mineraler som studerades var kalcium (Ca), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na), svavel (S), magnesium (Mg), klor (Cl), järn (Fe), mangan (Mn), zink (Zn) och koppar (Cu). Det fanns skillnader i fodrets innehåll av samtliga mineraler utom S och Fe mellan regionerna. I foderprover från norra Sverige, var MK i allmänhet lägre än i prover från mellersta och södra Sverige. Prover från ekologiska gårdar hade högre

halter av Ca, P, K och Mg och lägre koncentrationer av S än de andra proverna.⁴⁴ Det är känt från tidigare studier att baljväxter generellt har högre MK än gräs⁷¹ och ökad rödklöverandel i vallblandningar ökar MK i den totala vallfoderblandningen.⁷⁴ Därför kan högre MK i foderprover från ekologiska gårdar vara resultatet av en högre klöverandel i fodret.

Genom att få tillgång till fler och billigare analyser av vitaminer och mineraler i vallfodret skulle onödiga hälsostörningar kunna undvikas och målet om högre andelar från fodret, i stället för tillskott, kunna uppnås. Ekologisk produktion skiljer sig från konventionell på så sätt att inte syntetiska mineralgödselmedel (främst mineralkväve) används i växtodlingen och att gårdarna köper in mindre foder till djuren. Därmed förs mindre näring in till gården än vid konventionell produktion. Gården är mer självförsörjande och kretsloppet av näringsämnen är mer slutet, vilket är ett mål för den ekologiska produktionen. Det är därmed möjligt att det finns ett behov av särskilda vitamin- och mineralfoder till mjölkkor i ekologisk produktion, men mer forskning behövs om näringsbalanser för viktiga mineralämnen för olika typer av gårdar.



FOTO: BIRGITTA JOHANSSON

Gårdsanpassad foderberedning

Malning, krossning och pressning

Ärter och åkerbönor som odlas på gården utfodras oftast som torkad och malen eller krossad vara, utan någon ytterligare behandling. Till malningen kan en hammarkvarn eller skivkvarn användas och ärtor och bönor bör inte ha en vattenhalt över 20 procent för att det ska fungera bra. I en kross valsas kärnan mellan två metallrullar, helst med räfflade valsar. Om man krossar rapsfrön bör avståndet mellan valsarna inte vara större än 0,6 mm.⁷⁵



FOTO: SKIOLD

Skivkvarn för malning av fodermedel.

Ett vanligt sätt att utfodra rapsfrö är att mala det tillsammans med ett annat fodermedel som spannmål eller åkerböna.⁷⁶ Det kan vara svårt att mala enbart rapsfrö i hammarkvarn eftersom kvarnen lätt sätts igen

av det fettrika fröet. I en studie fungerade det dock bra att endast mala rapsfrö och blanda rapsen med krossad åkerböna efter malningen. Det viktiga för att få malningen av rapsfrö att fungera är kvarnens sällstorlek. Enligt rekommendationer ska sållets öppning maximalt vara 2 mm för att det endast ska komma igenom någon enstaka kärna⁷⁵.

Kallpressad rapskaka är en biprodukt från tillverkningen av kallpressad rapsolja som är en efterfrågad produkt för humankonsumtion. Det finns även gårdar som använder oljan till traktorbränsle.⁷⁶ Förutom att det är ett miljövänligt drivmedel slipper lantbrukaren då de höga hygienkrav som pressning av olja för humankonsumtion medför. När man pressar fröet får man cirka 2/3 kaka och 1/3 olja.⁷⁶ Pressningen fungerar bäst vid 7–8 procent vattenhalt. Det finns två huvudtyper av pressar som används. De mindre rapspressar som kan inskaffas till den egna gården ger en rapskaka med en råfetthalt på drygt 20 procent av torrs substans (till exempel TäbyPressen¹⁵¹). Det finns även större industriellt använda pressar som ger kallpressad kaka med en råfetthalt på 14–18 procent (till exempel Skeby Gårdar AB¹⁵²).

Värmebehandling

En vanlig metod att skydda protein mot nedbrytning i vommen är värmebehandling av fodermedlet. Värmebehandlingen görs industriellt eller med en gårdsbase-rad så kallad bönrost. Värmebehandlingen kan ske på olika sätt, torr eller våt, med eller utan samtidigt tryck. Metoderna påverkar proteinet olika.⁷⁷

Rostning av krossad åkerböna har visat sig vara en effektiv metod för att skapa vomstabil protein och att även ha en positiv påverkan på stärkelsens tillgänglighet för djuret.⁷⁸ Genom värmebehandling förbättras proteinkvaliteten och andelen antinutritionella substanser i fodret minskar.⁷⁹ Till exempel indikerade en studie på en ekologisk gård att rostning av lupin, korn och sojaböna minskade proteinets vomnedbrytbarhet.⁸⁰



FOTO: MOSEGARDEN A/S

Mastertoaster för gårdsrostning av fodermedel.

Vid en värmebehandling denaturerar proteinet, vilket stabiliserar proteinstrukturen genom bindning till kolhydrater. Detta reducerar substratets tillgänglighet. Det är viktigt att bindningarna är reversibla annars minskar proteinets totala smältbarhet.⁸¹ Tiden och temperaturen för värmebehandlingen påverkar andelen vomstabil protein. En alltför kraftig upphettning kan öka andelen protein som inte kan utnyttjas av djuren. Detta protein blir då bundet till cellulosa och lignin i ADF (acid detergent fibre)-fraktionen i fodret (ADF-N, i andra länder används begreppet ADIN). Ju högre ADF-N koncentration desto högre andel aminosyror som är otillgängliga för djuren, vilket naturligtvis är en nackdel för proteinförsörjningen.

“Trots att AAT ökar vid värmebehandling blev varken mjölkavkastningen eller proteinutnyttjandet bättre när korna fick rostade åkerbönor.”

I en studie⁸² minskade det vomnedbrytbara proteinet hos arter med stigande temperatur (100, 125, 150°C) och tid (5, 15, 30 minuter). Lägst andel vomnedbrytbart protein fanns vid 150°C i 30 minuter. Vid 150°C i 5 minuter fanns det störst mängd tillgängliga aminosyror efter att proteinet passerat vommen. I en svensk studie rostades åkerbönor vid 165°, 185° och 205°

i cirka 5,5 minuter. För var temperaturhöjning blev proteinet något mer vomstabil och jämfört med obehandlad torkad böna kunde ca 13 procent högre proteinvärde (beräknat som AAT, aminosyror absorberade i tunntarmen) nås vid den högsta temperaturen.⁸³ Vid ett uppföljande utfodringsförsök med värmebehandlad åkerbönor som rostats under relativt kort tid saknades den positiva responsen på mjölkproduktionen av värmebehandlat foder.⁸⁴

I en annan typ av rost upphettas fodret till ca 125 °C under 1-1,5 timma vilket ger en jämnare upphettning och fodret blir ”kokt”. Den långa tiden möjliggör upphettning av hela bönan/fröet jämfört med en kortare upphettningstid. Den effektiva vomnedbrytningen visades minska från 78 till 53 procent i åkerbönor och från 75 till 50 procent i lupiner. Värmebehandlingen ökade AAT från 112 till 197 g/kg torrs substans för åkerbönor och dubblades nästan från 117 till 222 g/kg torrs substans för lupin.⁸⁵

Trots att AAT ökar vid värmebehandling blev varken mjölkavkastningen eller proteinutnyttjandet bättre när korna fick rostade åkerbönor i danska försök.⁸⁶ I båda foderstaterna, antingen med rostad eller med orostad åkerbönor, ingick drygt 5 kg torrs substans åkerbönor. I övrigt skilde sig inte foderstaterna åt. Foderstaten innehöll 60 procent grovfoder (hälften majsensilage och hälften gräsensilage) och de båda foderstaterna innehöll exakt samma kraftfoderblandning där inga

andra proteinfodermedel än åkerbönor ingick. Båda foderstaterna innehöll ca 16,5 MJ råprotein per kg torrs substans, medan det beräknade AAT-innehållet var 13,2 g/MJ nettoenergi till laktationen (NEL) i foderstaten med obehandlade åkerbönor och 16,3 g/MJ NEL i foderstaten med rostade bönor. Ändå hade korna i båda grupperna liknande mjölkavkastning medan korna som fick orostade bönor gav en större mängd mjölkprotein i båda försöken och en högre proteinhalt i mjöken i försök 2. Rostningen minskade därmed proteinutnyttjandet i stället för tvärt om.

Forskarna tror att mikrobiotsyntesen i vommen blev negativt påverkad av rostningen, det vill säga det blev mindre AAT från mikrobprotein. Anledningen tros vara att även nedbrytningsgraden av åkerbönans stärkelse i vommen försämrades vid rostningen. AAT från mikrobprotein innehåller mer metionin än AAT från foder vilket därmed kan vara orsaken till skillnaden i mjölkprotein.⁸⁶

Även om studier har visat en tydlig effekt på proteinets nedbrytning i vommen så är det fortfarande oklart om värmebehandling av foder verkligen ger en effekt på mjölkproduktionen.

Krossensilering

För säker konservering och lagring kan krossensilerad åkerböna vara ett bra alternativ till torkad böna om det är dåliga skördeförhållanden. I stället för att torka bönorna vid lågt torrs substansinnehåll i bönorna efter skörd, kan de krossas och packas i plastsäck eller ensilagetub så att en ensileringsprocess startas. Denna process har en effekt på proteinnedbrytningen. Vid krossensilering med propionsyra minskade AAT med sju procent jämfört med torkad böna.⁸⁷

Egenproducerat kraftfoder

Att blanda eget kraftfoder på gården kan vara lönsamt och i ekologisk produktion ska självförsörjningsgraden vara hög. Men det kan vara svårt att lösa praktiska frågor i hanteringen på gårdarna. Förutsättningarna ändras dock i och med att gårdarna blir större och lättare kan räkna hem den investering som krävs.¹⁵⁴ I ett svenskt projekt skapades sex tänkta mjölgårdar, varav två ekologiska, utifrån en trolig bild av genomsnittliga mjölgårdar i olika områden om tio år. Utifrån gårdarnas förutsättningar ges exempel på några av de vanligaste och bäst beprövade teknikerna för konservering, lagring och beredning av kraftfoder.¹⁵⁴ En del i projektet är att även ge grundläggande kunskap om faror i foderkedjan med fokus på mikrobiologiska faror och mykotoxiner, förebyggande åtgärder samt uppföljning och övervakning under konservering och lagring.¹⁵⁵

FOTO: BIRGITTA JOHANSSON



Rostad och orostad åkerböna.



Ekologiska foderstater, alltid med grovfoder som bas



FOTO: ISTOCK

Vallskörd med självgående hack.

Grovfodret är basen i foderstaten till ekologiskt certifierade mjölkkor. Grovfoder kan odlas i hela Norden och är bra för kornas välfärd, vilket i sin tur bidrar till en god lönsamhet. Genom ökade kunskaper om vallodling och modern teknik håller grovfodret en mycket god kvalitet, med till exempel lättsmälta fibrer som ger högt energiinnehåll. Därmed kan korna bli näringsförsörjda även med en hög andel grovfoder. Tillsammans med grovfoder kan man välja att utfodra korna med mer eller mindre kraftfoder, antingen enbart med spannmål, med spannmål plus ett proteinfoder, eller kanske med ett kraftfoder som är baserat på biprodukter.

Utfodring med stora vallfodergivor

Högproducerande mjölkkor har i ett försök visats kunna ge 6000–7000 kg mjölk per ko och år när de enbart utfodrats med grovfoder.⁸⁸ Korna tappade mycket i vikt och hade en negativ energibalans (visade sig bland annat som låg koncentration av insulin i blodet), men var friska. För att upprätthålla kornas näringsbalans är enbart grovfoder till kor som är avlade för hög mjölkavkastning dock inte att rekommendera. I ett annat försök följdes 92 mjölkkor under en laktation. De första tre månaderna var andelen grovfoder 40–50 procent för alla kor. Sedan ökades

Laktationsvecka	Period	Låg	Medel	Hög
1-12	1	40	50	50
13-24	2	40	60	70
25-44	3	50	70	90
Genomsnitt	1-3	50	60	70

Tabell 2. Andelen grovfoder i foderstaten till mjölkkor på de tre försöksbehandlingarna (% av torrs substans).

Källa: efter Patel, 2012.⁸⁹

den successivt över laktationen upp till maximalt 50 (Låg), 70 (Medel) eller 90 (Hög) procent torrs substans i den senare delen av laktationen, så att de i genomsnitt fick 50, 60 eller 70 procent grovfoder över laktationen (Tabell 2). Medelgruppen fick 50 procent grovfoder de tre första månaderna efter kalvning, därefter 60 procent och 70 procent i sen laktation, vilket liknar en ekologisk foderstat. När korna utfodrades med upp till 90 procent grovfoder minskade mjölkavkastningen till 9050 kg ECM per ko och år jämfört med 9800 och 9750 för korna som fick upp till 50 respektive 70 procent grovfoder.^{89,7} Slutsatsen från försöket var således att en foderstat med i genomsnitt 60 procent ensilage med god kvalitet kan ge lika mycket mjölk som en foderstat med 50 procent grovfoder, samt en bättre lönsamhet.^{89,7}

Vallfoder plus spannmål

Enligt KRAVs regler ska man sträva efter hög självförsörjningsgrad av foder på gården och det kan även vara svårt och dyrt att få tag på proteinfoder. Det finns därför intresse att studera effekter av att utesluta proteinfodret ur foderstaten om inte intäkten från mjölkproduktionen minskar mer än vad proteinfodret kostar. Sådana studier av utfodring med enbart vall och spannmål har också utförts.⁹⁰ Två försök genomfördes där 37, respektive 32 kor i medellaktation (65 respektive 101 dagars laktation i medeltal) vid försöksstart utfodrades med ensilage, spannmål och antingen med eller utan ett proteinkoncentrat. Korna som fick proteinkoncentrat mjölkade ca 13 procent mer kg ECM än de som inte fick koncentratet. En högre råprotein-

halt i ensilaget gav dock inte några skillnader i avkastning. Beräknad proteineffektivitet, i form av mängd utfodrat kväve som återfanns i mjölken, ökade när korna enbart utfodrades med spannmål som komplement till ensilaget. Alltså gav en totalfoderstat med lägre proteinkoncentration ett bättre kväveutnyttjande men en betydligt lägre mjölkavkastning jämfört med foderstaten med högre proteinkoncentration.

I en uppföljande tvåårig studie jämfördes mjölkkor som antingen fick vallfoder och spannmål eller vallfoder, spannmål och proteinkoncentrat.⁹¹ I studien ingick raserna SH och SRB och i två hela laktationer studerades 23 kor första året och ytterligare 28 kor andra året. Korna var fördelade på två grupper där båda fick foderstater enligt KRAVs regler och en spannmålsblandning bestående av korn/vete/havre. En av grupperna fick dessutom ett proteinkoncentrat innehållande sojakaka/rapskaka/rapsför/havre. Foderstaternas totalkoncentration av protein var 13,8 procent för gruppen utan proteinkoncentrat och 16,1 procent för gruppen med proteinkoncentrat. Andra studier har visat att gränsen för hur liten proteinkoncentrationen i totalfoderstaten kan vara för att undvika en avkastningssänkning är någonstans mellan

“Ensilagets hygieniska och näringsmässiga kvalitet och pris på foder och mjölk är avgörande för hur mycket proteinkoncentrat som det är lämpligt att utfodra korna med.”

12 och 14 procent.^{14,92} I den nämnda studien skiljde sig resultaten mellan de båda åren och effekten på mjölkavkastningen var tydlig andra året medan det inte blev någon skillnad i avkastning det första året.⁹¹ I medeltal, sett över båda åren hade korna som fick proteinkoncentrat en signifikant större mjölkavkastning än de andra korna, 32,4 kg ECM per dag respektive 30, 2 kg ECM per dag. Den totala laktationsavkastningen blev därmed 7 procent större och var 9880 kg ECM för korna som fick proteinkoncentrat och 9210 för de som bara fick spannmål. Första året innehöll ensilaget 11,4 MJ omsättbar energi och 148 g råprotein per kg torrsbstans jämfört med 11,2 MJ och 126 g råprotein det andra året. Det lägre näringsinnehållet i ensilaget andra året var sannolikt anledningen till att det var en större skillnad mellan behandlingarna andra året jämfört med första året.⁹¹ Korna som bara fick spannmål hade en lägre viktökning under laktationen och de visade även en tendens till senare brunst efter kalvningen. Med de priser som gällde för ekologisk produktion 2017 så blev nettot för mjölkintäkt minus foderkostnad positivt när man utfodrar med bara vallfoder och spannmål trots den lägre mjölkavkastningen på cirka 7 procent. Ensilagets hygieniska och näringsmässiga kvalitet och pris på foder och mjölk är avgörande för hur mycket proteinkoncentrat som det är lämpligt att utfodra korna med.

Val av proteinfoder

Raps

I svenska försök har ca 3,5 kg kallpressad rapskaka i tidig laktation vistats ge en mjölkavkastning i nivå med ett kommersiellt proteinkoncentrat innehållande stor andel soja, dock med en något lägre fett- och proteinhalt i mjölken.³⁹ Troligen beror sänkningen i fett- och proteinhalt på det höga fettinnehållet i rapskakan, vilket kan ses som motsägelsefullt, men orsaken är att foderstater med stor andel fett ökar bildandet av propionsyra i vommen vilket kan hämma mjölkfettsyntesen.⁹³ I andra studier har höga givor av rapsprodukter till mjölkcor inte gett någon effekt på mjölkens fett- och proteininnehåll, eller gett motsägande resultat med både minskningar och ökningsar.^{94,95,96}

“I svenska försök har ca 3,5 kg kallpressad rapskaka i tidig laktation vistats ge en mjölkavkastning i nivå med ett kommersiellt proteinkoncentrat innehållande stor andel soja, dock med en något lägre fett- och proteinhalt i mjölken.”

I en dansk simuleringsstudie fann man att pressning av egna kakor var negativt för lönsamheten.⁹⁷ Vid en jämförelse av utfodring med kallpressad rapskaka och utfodring med rapsfrö i en ekologisk foderstat visade det sig dock att det kan vara ekonomiskt lönsamt att pressa rapsen till kaka.⁴³ Baserat på mjölkavkastning och foderförbrukning samt mjölkpris och foderpriser beräknades mjölkintäkt minus foderkostnad för de två försöksleden med helt rapsfrö eller kallpressad rapskaka. Det fanns inga skillnader mellan behandlingsgrupperna i mjölkavkastning eller mjölksammansättning. Korna som utfodrats med rapsfrö åt mer av blandfodret än korna som utfodrats med rapskaka vilket medförde att



FOTO: BIRGITTA JOHANSSON

Rapskaka

korna som fick rapskaka hade en högre lönsamhet i senare delen av laktationen.⁴³ Skillnaden mellan resultaten i studierna ovan beror inte enbart på den ökade konsumtionen hos korna som fick rapsfrö utan även på olika metod, som simulering eller experiment, hur beräkningarna är gjorda; mjölkavkastning per hektar eller per ko, samt prisnivåer.⁴³ Dessa exempel visar att lönsamheten för användning av olika fodermedel och utfodringsstrategier varierar och beror av ett stort

“Sammantaget så har raps en bättre aminosyrasammansättning än soja vilket ger positiva effekter på mjölkavkastning och kväveeffektivitet.”

antal faktorer, varför man inte kan generalisera resultat från enskilda studier. Ekonomiska beräkningar behöver således alltid sättas in i sitt rätta sammanhang.

Även om mikroorganismerna i vommen kan producera de för kon nödvändiga aminosyror medför tillförsel av en bra aminosyrasammansättning via fodret ett bättre kväveutnyttjande och en något bättre mjölkproduktion jämfört med en foderstat där aminosyror inte motsvarar behovet lika bra.^{98,22} Rapsmjöl har visats ge lika bra mjölkproduktion som sojamjöl.⁹⁹ En anledning till de positiva effekterna av rapsmjöl beror på rapsens sammansättning av aminosyror.¹⁰⁰ Raps har ett lägre innehåll av råprotein än soja, men i försök där foderstaterna balanserats för råprotein, gav rapsmjölfoderstaten en lika bra mjölkavkastning som sojamjöl. Dessutom hade korna som utfodrades med raps en lägre ureahalt i mjölken, vilket tyder på ett bättre utnyttjande av kvävet från rapsen än från sojan. Då aminosyror analyserades i kornas blod fann man högre halt av metionin när korna fått raps, samt något högre halt av lysin och histidin, än när de utfodrades med sojamjöl.¹⁰⁰ Även i försök där korna utfodrades med rapskaka innehållande tio procent fett, fann man att rapskakan gav en högre mjölkavkastning samt en tendens till högre halt av metionin i kornas blod än när de utfodrades med sojaexpeller och därmed ett bättre utnyttjande av kväve.¹⁰¹

Sammantaget så har raps en bättre aminosyrasammansättning än soja vilket ger positiva effekter på mjölkavkastning och kväveeffektivitet. Raps som kan utfodras i ekologiska foderstater innehåller ofta fett vilket i lagom mängd bidrar till mikroorganismernas tillväxt. Därmed får vi en dubbel positiv effekt av att utfodra med rapsprodukter!

Ärt och Åkerböna

I äldre försök har utfodring med ärt gett liknande produktionsresultat som utfodring med soja- och rapsmjöl¹⁰² upp till en avkastning som för dagen motsvarar medelavkastning. Vid högre mjölkavkastning krävs troligen andra proteinkällor än ärter för att täcka mjölkens behov av AAT.¹⁰³



FOTO: BIRGITTA JOHANSSON

Åkerböna.



FOTO: BIRGITTA JOHANSSON

Ärt.

I ett senare försök jämfördes 34,5 procent åkerböna i kraftfodret med 15 procent sojamjöl till kor i tidig laktation.⁵⁹ Foderstaterna var balanserade för protein och energi och resultaten visade att åkerbönan kunde ersätta sojamjölet vid en mjölkavkastning på 27 kg per ko och dag. I studien blev innehållet av urea i blod och mjölk lägre hos korna som fått åkerböna än hos



FOTO: MARCOS LANA

Lupinodling

de som fått sojamjöl. Forskarna menar att synkroniseringen mellan protein och energi i vommen var sämre hos korna som fått sojamjöl, eftersom åkerböna innehåller mer energi i form av stärkelse än sojamjölet⁵⁹, trots att foderstaterna var balanserade för energi och att totala stärkelseinnehållet i kraftfodret var något högre i sojamjölsfoderstaten på grund av stärkelse från majs som också ingick i foderstaten. Dessutom hade korna som fick åkerböna lägst antal insemineringar, högre dräktighetsprocent, kortare intervall från kalvning till första brunst och till insemination när de jämfördes med kor som fick sojamjöl eller ärt.¹⁵⁰ Resultaten om kornas reproduktion bör dock tolkas med försiktighet eftersom det endast ingick endast 36 kor i jämförelsen. Även i danska försök gav en foderstat med åkerböna likvärdig mjölkavkastning och

fodereffektivitet som när korna utfodrades med sojamjöl eller med rapsmjöl.⁸⁶ Foderstaten med åkerböna gav dock ökad foderkonsumtion jämfört med foderstaten med sojamjöl. Intressant var att när korna fick en foderstat där åkerböna kombinerades med rapsmjöl hade de en högre mjölkavkastning än när de enbart fick rapsmjöl som proteinfoder.⁸⁶

I en jämförande svensk studie gav ärt och åkerböna liknande mjölkavkastning medan mjölken från kor som utfodrats med åkerböna hade en högre fetthalt än mjölken från kor som utfodrats med ärt.¹⁰⁴ En mindre åtgång av åkerböna på grund av det högre råproteininnehållet tillsammans med en högre fetthalt i mjölken medför att foderstater med åkerböna torde vara mest lönsam.

“Lupin kan ersätta sojamjöl i foderstaterna och ge bättre resultat än ärter, men bör utfodras med viss försiktighet på grund av alkaloidinnehållet.”

Lupin

I ett svenskt försök där smalbladig blå lupin jämfördes med ärt gav lupin bättre mjölkavkastning och större mängd mjölkfett än ärter.⁴⁰ De båda foderstaterna var balanserade för råprotein men urea i både mjölk och urin var högre hos korna som fått lupinfoderstaten. Lupin innehåller mer fett än ärt, vilket troligen var anledningen till den högre mjölkavkastningen. Fett

från foder kan både stimulera och minska (som i försöket med kallpressad rapskaka ovan) fettproduktionen i juvret men leder oftast till ökad mjölmängd. När vit lupin jämfördes med ärt och sojamjöl blev både mjölkavkastningen och mjölkfettmängden större för kor som fått lupin än för kor som fått ärt, men samma hos kor som fått lupin och sojamjöl.¹⁰⁵ I ett uppföljande försök var det ingen skillnad i fett- och proteinkorrigerad mjölkavkastning, eller i fettmängd, mellan lupin och sojamjöl, men fetthalten blev lägre för lupinfoderstaten.¹⁰⁵ Lupin kan ersätta sojamjöl i foderstaterna och ge bättre resultat än ärter, men bör utfodras med viss försiktighet på grund av alkaloidinnehållet (ANS).^{40,105}

Biprodukter

Över hälften av all spannmål som produceras i Sverige används som djurfoder och det är omdiskuterat om detta är uthålligt. Idisslarna har en speciell förmåga att ta tillvara på grödor som är oätliga för oss människor. Framförallt grovfoder men även biprodukter med ett lågt värde som livsmedel är intressanta som foder. Denna förmåga skulle kunna utnyttjas bättre än när vi utfodrar nötkreatur med kraftfoder som spannmål och ärtor/bönor som även är livsmedel för oss människor. I viss mån har vi redan i dag en tradition av att utfodra nötkreatur med helt eller delvis för oss människor oätliga biprodukter, BP. Men då ofta tillsammans med exempelvis spannmål. För att belysa detta kan en kvot i form av ätligt uttag från djuret (till exempel mjölk) per ätligt intag (foder) användas, där ett högt värde kan anses mer hållbart ur ett livsmedelsförsörjningsperspektiv. Kvoten ger ett mått på effektivitet i omvandling och nettoproduktion av livsmedel.¹⁰⁶ För att beräkna detta måste man först ange hur stor andel av ett fodermedel som skulle kunna vara ätligt. Ett antal fodermedel har tilldelats andelar mellan 0 och 1 (100 procent), där ärter, majs och åkerbönor har andelen 0,8 medan rapskaka har 0,1.¹⁰⁷

Forskare i Österrike utfodrade mjölkkor en vallfoderbaserad foderstat med en mix av BP (rapskaka, sojakaka, fodermjöl av majs, betmassa) och jämförde med en mix av vanligt koncentrat, CON, (havre, vete, majs, ärter, åkerbönor).¹⁰⁷ BP-foderstaten innehöll mindre stärkelse men mer fiber och fett än CON. Kvoten

”för människan ätligt ut/in” var fyra gånger högre för BP-foderstaten gällande energi och 2,7 gånger högre för protein. Den lägre kvoten för protein berodde på att sojakakan i BP-foderstaten gav tillskott av ”ätligt protein in”. Kor i mittlaktation som fick de olika foderstaterna skiljde sig inte i mjölkavkastning eller i mjölksammansättning. Fett och fiber i BP verkade ha kompenserat för den lägre stärkelsenivån i fodret.¹⁰⁷ Blodprover visade heller inga negativa effekter på kornas hälsa.¹⁰⁷

”Idisslarna har en speciell förmåga att ta tillvara på grödor som är oätliga för oss människor. Framförallt grovfoder men även biprodukter med ett lågt värde som livsmedel är intressanta som foder.”

Även i ett svenskt försök gav foderstaterna med biprodukter högre livsmedelsomvandlings-effektivitet och nettoproduktion av livsmedel jämfört med kontrollfoderstaterna.¹⁰⁶ En kontrollfoderstat, där korna förutom 65-70 procent grovfoder fick spannmål och soja, jämfördes med tre foderstater där kraftfodret bestod av blandningar med biprodukterna betfiber, rapsmjöl och/eller drank. Korna, som var i mittlaktation, producerade lika mycket kg ECM med biprodukter som med spannmål och soja. I ytterligare ett försök studerades kor i tidig laktation, två till sex veckor efter kalvning.¹⁰⁸ Korna fick antingen en liten (3,7 kg i medeltal) eller en större (7,6 kg i medeltal) giva av ett biproduktbaserat kraftfoder och fri tillgång på vallensilage. Det blev ingen skillnad i totalt foderintag eller mjölkavkastning mellan grupperna, men nettoproduktionen av livsmedel var större med en låg andel kraftfoder.¹⁰⁸ I dessa försök ingick dock fodermedel som för närvarande inte finns som alternativ för ekologisk produktion på marknaden.^{106,108}



Betesperioden



Att nötkreatur vistas ute är en grundförutsättning i ekologisk produktion och de ska även ha en del av sitt foderintag via bete under betesperioden (Faktaruta 2). Betesdrift ger djuren möjlighet till naturligt beteende och det finns belägg för att betesdrift är bra för kornas hälsa, ger möjlighet till en hög produktionsnivå och är bra för lantbrukarens ekonomi. I en litteraturgenomgång av studier på effekter av betesdrift från cirka år 2000 och framåt påvisades betydande fördelar för djurhälsa, fertilitet och lönsamhet av betesdrift jämfört med åretrunthållning på stall.¹⁰⁹ I de flesta studierna var även mjölkavkastningen högre vid betesdrift även om ett par studier avvek och visade samma eller lägre avkastning. Författaren menar att det saknas forskningsstöd för att moderna lösdriftsstallar skulle utjämna skillnaderna i hälsotillstånd mellan åretrunthållning och betesdrift

sommartid. Oavsett inhysningsform framhåller författaren att betesdriften ger hälsomässiga och ekonomiska fördelar.

“Betesdrift ger djuren möjlighet till naturligt beteende och det finns belägg för att betesdrift är bra för kornas hälsa, ger möjlighet till en hög produktionsnivå och är bra för lantbrukarens ekonomi.”

I ett danskt dokumentationsprojekt betade korna upp till 10 kg torrs substans per ko och dag, gårdens mjölkavkastning var då 9880 kg ECM per ko och år.¹¹⁰ Medelintaget från bete på projektets 33 gårdar var

“Att undvika parasitangrepp genom betesrotation med parasitfria beten är effektivt om det finns möjlighet till det.”

6,7 kg torrs substans per dag under en betesperiod på 180 dagar. För att lyckas med ett högt betesintag och en hög mjölkavkastning gäller det att hålla beteshöjden låg, 6–8 cm när korna släpps är optimalt enligt studien. En ensilageskörd kan behöva tas för att få ett bra bete under hösten. Vissa av gårdarna i projektet tog en skörd och gav ensilaget till kvigorna. I genomsnitt beräknades betesavkastningen på gårdarna vara 6000 kg torrs substans per hektar men den högsta avkastningen var 7800 kg torrs substans per hektar.¹¹⁰ I Sverige är dock betesavkastningarna lägre¹¹¹ och en något högre beteshöjd, 10–15 cm, rekommenderas.

Som ett komplement till de vanliga vallväxterna har man i Danmark provat att använda vårsådd höstråg i betesblandningen som ett alternativ till klöver i situationer där klöverna har dålig tillväxt och att den utvintrar. Ett avbrott med råg istället för klöver i valen kan minska problem med klöverns sjukdomar. Höstrågen har högt näringsinnehåll med ca 30 procent råprotein och 17,5 procent socker, vilket gör den smaklig. Rekommendationen är att beta en gång när rågen är 12–15 centimeter hög, senare kan den betas kontinuerligt. Om rågen blir för hög kan det bli mögel och foderintaget minskar då dramatiskt. I augusti, september finns inte mycket kvar av rågen så den bör sås tillsammans med ett annat uthålligt gräs.¹¹⁰

Parasitangrepp vid betesdrift

I ekologisk produktion får djuren inte avmaskas förebyggande så det är viktigt att ha en bra alternativ lösning för att undvika parasitangrepp. Nötkreatur kan utsättas för mag- och tarmmask, lungmask och leverflundra. Parasiterna kan ge upphov till diarré, hosta, nedsatt aptit och därmed nedsatt tillväxt och i sällsynta fall död. Det är svårt att ange en lösning för att undvika parasitangrepp som passar alla då varje gård har olika förutsättningar. Olika betesstrategier kan

vara mycket effektiva mot betesburna maskinfektioner men det är inte alltid problemfritt då till exempel olika parasiter kräver olika åtgärder. Fungerande strategier kan vara utspädande av parasiterna genom exempelvis sambete eller växelbete och förebyggande genom betesvila eller sent betessläpp. Beten som ingår i en växtföljd på åker har mindre parasittryck jämfört med långliggande/permanenta beten då en viss sanering av parasiter sker när betet bryts av med andra grödor och hålls djurfritt under något år. Att undvika parasitangrepp genom betesrotation med parasitfria beten är effektivt om det finns möjlighet till det.



Lungmask kan drabba betande djur.

Förstagångsbetande kalvar löper stor risk att utveckla parasitrelaterade sjukdomar med bland annat försämrad tillväxt som följd. Det finns flera betesburna parasiter av rundmasktyp som kan smitta våra nötkreatur, men endast ett fåtal orsakar verkligt stora problem. Mellanstor magmask (*Ostertagia ostertagi*) är mycket vanligt förekommande. Den mellanstora magmasken, i folkmun kallad löpmagmask, finns spridd i Sverige och ger symptom främst hos förstagångsbetande kalvar. Ett angrepp kan leda till diarré och försämrad tillväxt. Som exempel finns en 3-årig studie utförd på Götala nöt- och lammköttscenrum där kalvar vid inställning vägde 27 till 38 kg mindre än kalvar som avmaskades regelbundet med effektiva avmaskningspreparat.¹¹²

Gårdsexempel¹¹⁴

Två goda exempel, hur håller man djuren parasitfria

Gård 1.

Det första gårdsexemplet har cirka 70 mjölkkor i lös-drift och är KRAV-an slutna sedan många år. De har främst svensk holstein och föder upp kvigor och stutar på gården. Gården har enbart åkermarksbete.

De kalvar och ungdjur som ska ut på bete för första gången släpps på ett parasitsäkert bete. På gården används två vallar växelvis till förstagångsbetande djur. År ett skördas ensilage och vallåterväxten betas, år två skördas endast ensilage. År tre är kalvarna tillbaka och betar vallåterväxt igen.

Kalvarna släpps ut i maj i en mindre fälla om cirka 1,5 hektar med tillgång till ligghall. De tillskottsutfodras med rundbalsensilage vid betessläpp och installning. När den första ensilageskörden har bärgats utökas fällan så att kalvarna betar vallåterväxt resten av säsongen. Djuren får spannmålskross hela betessäsongen för att underlätta den dagliga tillsynen och för att stabilisera magarna vid det ofta kraftiga återväxtbetet. De stallas in i oktober eller när vädret tillåter. Under de tre säsonger som studien pågick hittades inga ägg från

löpmagsmask i proverna som togs. Gården har med andra ord en mycket väl fungerande betesstrategi för sina förstagångsbetande ungnöt.



FOTO: PELLE FREDRIKSSON

	2008	2009	2010
Tillväxt kg/dag, födsel till betessläpp (födelsevikt 45 kg)	0,7	0,7	0,6
Tillväxt kg/dag, betessläpp till installning	0,8	0,9	1,0
Djurtäthet, antal nötkreatur/ha	4,5	5	5
Hull vid betessläpp	3,0	2,9	2,5
Ålder vid betessläpp, mån	9 (8-10)	9 (8-10)	8 (5-10)
Antal parasitägg per gram träck	0	0	0

Tabell 3: Daglig tillväxt före och under betesperioden, antal djur per hektar, ålder på djurgruppen med åldersvariationen inom parentes, antal parasitägg per gram träck med variationen inom parentes; 300 ägg per gram träck är gränsen när avmaskning brukar krävas.

Hullbedömningen har gjorts utifrån en 5-gradig skala där 1= utmärglad och 5=fet (Edmonson et al., 1989).¹¹⁵

Gård 2.

På gård nummer två finns cirka 60 mjölkkor i lösdrift, både av raserna svensk röd och vit boskap och svensk holstein. Även denna gård är sedan länge ansluten till KRAV. Alla kvigor och stutar föds upp på gården som har god tillgång till vackra naturbetesmarker. Kalvar och ungnöt släpps på bete i maj och stallas in i oktober eller november. Beroende på betestillgång tillskottsutfodras kalvarna vid betessläpp med rundbalsensilage och spannmålskross. Under de tre år som studien pågick ändrades betesstrategin för förstagångsbetande kalvar.

Det första året växelbetade kalvarna med hästar från maj till början av september. Den 4:e september släpptes kalvarna ut på naturbetesmark där de gick tills det var dags för installning. Totalt betade kalvarna detta år 46 hektar varav 45 hektar var naturbetesmark. Kalvarna tillskottsutfodrades vid behov tills de släpptes på naturbetet.

Den första betessäsongen hittades relativt höga antal ägg från löpmagsmask. Äggantalet var på gränsen till

att en avmaskning skulle varit befogad. Detta i kombination med kalvarnas något låga hull vid betessläpp bidrog säkert till den låga tillväxten under betesperioden. Djurägarna valde att ändra betesstrategin till nästföljande betessäsong vilket visade sig ge positiv effekt.

År två släpptes kalvar i gott hull ut på återväxande vall och flyttades senare till ett naturbetesskifte som inte betats av nötkreatur föregående år. Kalvarna växte i snitt 200 gram mer per dag jämfört med betessäsongen året innan och hade obetydliga mängder av ägg från löpmagsmask vid träckprovtagning.

Det sista året släpptes kalvarna ut på förstaårsvall där de fick beta hela säsongen. Fällan utökades beroende på betestillgång. Även detta år var kalvarna i gott hull vid betessläpp och fortsatte att växa bra under betessäsongen. Äggutsöndringen i träcken var i princip obefintlig. Strategin fungerade!

	2008	2009	2010
Tillväxt kg/dag, födsel till betessläpp (födelsevikt 45 kg)	0,7	0,8	0,7
Tillväxt kg/dag, betessläpp till installning	0,5	0,7	0,7
Djurtäthet, antal nötkreatur/ha	9 resp 3	5	5
Hull vid betessläpp	2,4	3,2	2,8
Ålder vid betessläpp, mån	6 (5-7)	9 (7-10)	7 (6-9)
Antal parasitägg per gram träck	49 (0-300)	15 (0-50)	3 (0-50)

Tabell 4: Daglig tillväxt före och under betesperioden, antal djur per hektar, ålder på djurgruppen med åldersvariationen inom parentes, antal parasitägg per gram träck med variationen inom parentes; 300 ägg per gram träck är gränsen när avmaskning brukar krävas.

Hullbedömningen har gjorts utifrån en 5-gradig skala där 1= utmärglad och 5=fet (Edmonson et al., 1989).¹¹⁵

Faktaruta 6

Viktiga punkter för parasitfria kalvar

- Kalvar som släpps ut ska vara i gott hull och i god kondition. Då klarar kalvarna betessläppet på ett mycket bättre sätt.
- Förstagångsbetande kalvar SKA erbjudas parasitsäkra beten.
- Erbjud kalvarna åkermarksbete på produktiv vall eller parasitsäkert naturbete av god kvalitet om de ska kunna växa på betet.
- Tillskottsfodra med kraftfoder. Maxa fodergivan, om behov finns, inom ramen för KRAVs regler. Det stabiliserar magarna och underlättar tillsynen som är så viktig.

I en studie där unga stutar av mjölkkras jämfördes med korsningsstutar mellan kött- och mjölkkras hade korsningsstutarna sämre motståndskraft mot parasitangrepp än de renrasiga ungdjuren.¹¹³ Vid installering vägde avmaskade korsningsstutar i medel 37 kg mer än de som bar på parasiter, för djuren av mjölkkras var samma skillnad 17 kg. Vad det beror på är oklart, men

det är intressant för ekologisk produktion om det finns djurtyper med bättre motståndskraft än andra.

En riskfaktor är naturbetesmarker som ofta betas hårt och är svåra att hålla parasitfria. Det är viktigt att se till att den typen av bete ger djuren tillräckligt med foder, även om det uppstår en målkonflikt mellan växande och välmående djur på naturbetesmarker och att ha ett tillräckligt betetryck för att bevara särskilda biologiska värden i betesmarkerna. Betar nötkreaturen fuktiga marker är risken för parasitangrepp större än vid bete på torra marker. En objektiv bedömning av kalvarnas tillväxt på bete bör vara rutin. Selektiv avmaskning baserad på tillväxt kan vara en framtida lösning.¹¹³ Dock är kunskap om betesstrategi för att undvika parasitangrepp alltid viktigast i ekologisk produktion.

Mellan 2008 och 2010 pågick en studie i SLU:s regi med syfte att utvärdera en metod för tankmjölksprovtagning för att upptäcka mag- och tarmparasitförekomst hos mjölkkor. I studien vägdes och provtogs förstagångsbetande kalvar på åtta ekologiska gårdar i Skaraborg.¹¹⁶ Som en intressant biprodukt till studien konstaterades att betesstrategierna varierade på gårdarna och att vissa strategier fungerade



FOTO: ANNIKA ARNESSON

Robotmjölkning

bra medan andra fungerade sämre, sett ur parasitsynpunkt.

Slutsatser som dras från studien är att kalvar som har fått en god start i livet och är i god kondition vid betessläpp klarar mindre parasitangrepp betydligt bättre än kalvar i sämre kondition. Att tillskottsutfodra med spannmål under betesperioden verkar ha god effekt på kalvarnas maghälsa med inga eller få utbrott av foderrelaterad diarré. Det går att förebygga angrepp av löpmagsmask!

Betesdrift och robotmjölkning

Att vara mjölkproducent är arbetsintensivt och att använda en så kallad mjölkningsrobot (automatiska mjölkningssystem, AMS) är ett sätt att minska arbetstiden i ladugården. Automatisk mjölkning blir ett allt vanligare mjölkningssystem i den europeiska mjölksektorn och över 40 procent av de svenska korna i kokontrollen mjölkas i AMS.⁴ Inom ekologisk mjölkproduktion kan det finnas en konflikt mellan att korna ska konsumera minst 6 kg torrs substans bete under betesperioden med att utnyttja AMS maximalt. Betena måste producera bra samtidigt som korna måste gå till roboten för att bli mjölkade. I en dansk undersökning ingick totalt 16 gårdar med AMS och det visade att även med AMS kan man lyckas med att få ett högt betesintag, upp till 10 kg torrs substans per ko och dag.¹¹⁰ Vill man att korna ska ha ett högt betesintag måste de motiveras genom att inte ge dem så mycket foder inne. Däremot ska de hela tiden ha tillgång till vatten, både ute och inne. Det gäller även att träna korna, minst två veckor innan betessäsongen, så att de lär sig grindar och annat. Det är bra att utfodra korna i roboten och se till att drivgångarna är bra.¹¹⁰

AMS fodrar aktiva kor, deras beteende och kotrafiken är nyckelfaktorer för att det ska fungera.¹¹⁷ Om korna inte blir mjölkade så ofta som det är tänkt kan det leda till problem. En ökad mjölkningsfrekvens ger ökad mjölkavkastning och bättre juverhälsa.¹¹⁷

Lönsamhetsfaktorer är den största anledningen till att inte använda AMS¹¹⁸ och lönsamhetsberäkningar visar att det är viktigt att undvika en sänkt mjölkavkastning beroende på för få mjölkningar eller ett minskat

foderintag.¹¹⁹ Ett sätt att undvika detta är att utfodra korna mer i stallet.¹¹⁹ Att utfodra för hela näringsbehovet inomhus under betessäsongen, vilket heller inte är tillåtet i ekologisk produktion, kan även innebära en ekonomisk förlust i och med den potential som finns i betet. Men det finns olika strategier som kan underlätta att få en acceptabel och stabil mjölkningsfrekvens samtidigt som korna får beta. Bra drivgångar är viktigt och att avståndet mellan mjölkningsroboten och betet inte är för långt.¹¹⁷ I en stor internationell studie (AUTOGRASSMILK) undersöktes olika strategier för att hitta praktiska lösningar för lantbrukare som vill kombinera automatisk mjölkning med produktionsbete. I styckena nedan redogörs för resultat från projektet.

Mer mjölk och fler mjölkningar under stallperioden

För att jämföra mjölkproduktionen under stall- och betessäsong och studera kotrafik under betessäsongen gjordes en studie på 20 större svenska gårdar med AMS.¹²⁰ Mjölkavkastningen var högre under stallperioden (30,1 kg ECM) än under betesperioden (28,4 kg ECM) och mjölkningsfrekvensen var högre (2,57 gånger per dag) före betessläppet än när korna var släppta på bete (2,45 gånger). Ett sätt att förbättra kotrafiken och öka mjölkningsfrekvensen är att hindra kor med mjölkningstillstånd att gå ut på bete innan de är mjölkade.

Dygnsvariation

En modell för att förbättra betesrutinen är deltidsbete och utnyttja betet när korna är mest intresserade av att beta. En studie visade att korna har en intensiv betesperiod morgon och kväll.¹²¹ Korna gick ut och betade direkt på morgonen när de fick tillträde till betet, mitt på dagen var de inne och först vid 16-tiden gick de ut för att beta igen.

Motionsbete eller produktionsbete

Utifrån kunskapen om kornas betesbeteende genomfördes ett försök på Lövsta forskningscentrum där hälften av korna fick tillgång till ett rastbete och den andra hälften ett produktionsbete på morgonen (klockan 6.00–10.30) och kvällen (16.00–20.00). Korna som gick på rastbete hade full inom-

husutfodring medan den andra gruppen fick ungefär hälften av sitt grovfoder från betet. Trots en lägre mjölkkningsfrekvens hos korna som fick produktionsbetet blev det ingen skillnad i mjölkavkastning mellan grupperna. Produktionsbetesgruppen var ute dubbelt så lång tid som de andra korna och ägnade 67 procent av sin utetid till att beta.¹²¹ Eftersom det är krav på betestid och ett foderintag från bete i ekologisk produktion under sommaren, är motionsbete under den lagstiftade betesperioden inte förenligt med ekologisk mjölkproduktion.

Nattbete

I ett annat betesförsök, som genomfördes med kor som mjölkades i en robotkarusell morgon och kväll, fick korna tillgång till betet endast under natten och hölls inne med ensilage dagtid.¹²² Nattetid kunde korna röra sig fritt mellan bete och stall. Under sommaren upprepades perioder med enbart bete som grovfoder nattetid med perioder då korna under natten kunde välja mellan att beta eller att äta ensilage inne i stallet. Varje period omfattade två veckor där första veckan var tillvänjning och sista veckan användes som mätvecka. Kraftfodertilldelningen följde stallets rutiner och erbjöds i foderautomater inne hela sommaren.

Under de perioder korna endast fick tillgång till bete nattetid tillbringade de 8,5 timmar på betet medan de under perioder när de kunde välja mellan bete och ensilage var ute betydligt kortare tid, 5,3 timmar i genomsnitt. Samtidigt betade korna i 3,8 timmar om de inte fick foder inomhus, medan de betade 2,2 timmar om de även fick tillgång till ensilage inne.

Rasskillnader

I studierna har även ingått att se om raserna SH och SRB skiljer sig åt i något avseende vad gäller behandlingarna. Man fann inga större skillnader mellan raserna men indikationer på att SRB hade ett mer aktivt betesbeteende med längre tid på betet, fler betestillfällen och längre betestid än SH. Däremot blev det ingen effekt på mjölkavkastningen av att de var mer aktiva på betet.

Fri eller styrd kotrafik i stallet

Vid användandet av AMS kan man styra korna mellan mjölkningarna, det vill säga att de är i liggbås, är ute på bete, eller äter annat foder med hjälp av grindar som identifierar kon. Ett annat system är att ge kon frihet att välja själv. Eftersom det har funnits tecken på låg mjölkkningsfrekvens om korna fått en fullfoderblandning med hög näringsstäthet så utfördes en studie med fri kotrafik. I studien undersöktes om korna inte gick till mjölkning om de utfodrades med en grov- och kraftfodermix (35 procent kraftfoder av torrsustans) och om de åt mer av mixen jämfört med om de utfodrades med kraftfoder och grovfoder separat.¹²³ Korna utfodrades enligt reglerna för ekologisk produktion med fri tillgång till mixen respektive ensilaget. Som förväntat åt korna mer när de fick en mix och de valde också att mjölkas oftare när de fick en mix jämfört med separat utfodring. Däremot var det ingen skillnad i mjölkavkastning hos korna med de olika utfodringsstrategierna.¹²³

Sektionsbete och rotationsbete

Automatisk mjölkning kan kombineras med både rotationsbete och permanent bete, så kallat kontinuerligt bete, eller ett mellanting med ett antal fällor, så kallat sektionsbete. Sektionsbete innebär att korna kan få tillgång till två till tre permanenta betesfällor enligt ett visst schema, exempelvis att de får tillgång till alla fällor i en viss följd under ett dygn. Genom att korna har fri tillgång till robotstallet, men bara kommer därifrån om de har mjölkats inom en viss tid, kan man veta vilka kor, som då befinner sig i en viss fälla och som behöver hämtas för mjölkning.

Vid rotationsbete delas betesmarken in i fällor och korna flyttas mellan olika fällor med jämna intervall. Stängslet är i vissa fall mobilt vilket gör att man till exempel kan öka fällans storlek efter hand. Systemet kombineras gärna med en kotrafik som gör att korna måste gå genom roboten för att komma till nytt bete.

Kalvhållning



FOTO: BIRGITTA JOHANSSON

I ekologisk produktion ska den nyfödda kalven vara tillsammans med kon så att den kan dia under minst 24 timmar efter födseln men gärna längre. På så sätt vill man säkerhetsställa att kalven får i sig den för immunförsvaret nödvändiga råmjölken och kommer igång på ett bra sätt. Korna är mer aktiva under denna tid om de har en diande kalv¹²⁴ och det har även visats att kalvar som diar har ett annorlunda hormonfrisättning än om de har fått dricka mjölk ur en hink.¹²⁵ Denna frisättning av hormoner hos kalvar

som diar kan stimulera till en mer anabol metabolism och i sin tur en ökad tillväxt.¹²⁵ En förbättrad tillväxt har också visats när kalvar har fått dia jämfört med när de fått mjölk i hink.¹²⁶ I denna och ett flertal andra studier har så kallade omriktade sugbeteenden mot inredning och andra kalvar visats öka om kalvarna inte får tillfredsställa sitt sugbehov.¹²⁶

Ekologiskt uppfödda kalvar ska dia exempelvis en amko eller få helmjölk via en konstgjord spene

“Jämfört med att hållas ensam kommer kalven igång bättre med att äta annat foder än mjölk och den blir mindre påverkad av avvänjningen när de hålls i par.”

under de första tre månaderna. I en studie hade kalvar som diade en amko högre tillväxt upp till tio veckors ålder än kalvar som fick 8 liter mjölk i spenhink.¹²⁷ Amko-kalvarna var mer aktiva och mer sociala samt sög mindre på inredning och andra kalvar än de kalvar som fått mjölk i spenhink.¹²⁷ Efter en veckas ålder ska ekologiskt uppfödda kalvar hållas i par eller med flera kalvar i grupp. Jämfört med att hållas ensam kommer kalven igång bättre med att äta annat foder än mjölk och den blir mindre påverkad av avvänjningen när de hålls i par.¹²⁸ En bra tillväxt tidigt i livet är viktigt eftersom den kan påverka framtida mjölkavkastning positivt.^{129,130}

Från födseln och under de första månaderna har kalven ett stort behov av protein för sin tillväxt. Det är viktigt att tänka på att kalvens vom fortfarande är outvecklad kring avvänjningen så att dess näringsbehov tillfredsställs när kalven inte längre får mjölk. Den unga kalven kan därmed inte utnyttja näringen i grovfoder på samma sätt som ett äldre djur kan. Behovet av proteinkraftfoder är då större än vid senare stadier i livet. I ekologisk produktion är kraven på grovfoder dock höga, kalvar ska utfodras minst 60 procent ensilage (av torrs substans foder) från avvänjningen och enligt KRAV ska de ha minst 70 procent ensilage efter sex månaders ålder. Hö, eller torrt ensilage, bör ge kalvarna mer AAT än blötare ensilage och rekommenderas därför.¹¹¹

Utfodring av kvigkalvar en tid efter avvänjningen och fram kring könsmodnad är omdiskuterad. En alltför intensiv energikoncentrerad utfodring bör undvikas eftersom det kan påverka juvrets utveckling negativt och därmed även minska förutsättningen för en god mjölkproduktion i framtiden.¹³¹ Rädsla för att påverka juverutvecklingen har lett till att kvigor riskerar att underutfodras, särskilt med protein.¹³² Även en för låg

tillväxt under denna period påverkar mjölkproduktionen negativt.¹³³ En låg tillväxt ökar även rekryteringskostnaden då uppfödningstiden fram till kalvning oftast blir längre. Enligt en sammanställning av flertalet studier är en daglig tillväxt på cirka 800 gram optimal när kvigkalvarna väger kring 150 till 320 kg.¹³³

I olika försök studerades foderkonsumtionen och tillväxten hos tjurkalvar mellan cirka tre månaders ålder och upp till ca sju och en halv månaders ålder. I genomsnitt över den perioden växte dessa kalvar lika bra när de fick 50 procent ensilage (baserat på torrs substans) som när de fick 40 procent ensilage, medan foderstaten innehållande 60 procent ensilage gav sämre tillväxt.⁴⁴ Endast den senare foderstaten var förenlig med

“Den unga kalven kan därmed inte utnyttja näringen i grovfoder på samma sätt som ett äldre djur kan. Behovet av proteinkraftfoder är då större än vid senare stadier i livet.”



FOTO: BIRGITTA JOHANSSON

“Rädsla för att påverka juverutvecklingen har lett till att kvigorna riskerar att underutfodras, särskilt med protein.”

ekologisk produktion vilket visar att kraven på grovfoderandel till unga kalvar kan vara något högt ställda. Ensilaget i studien var av god kvalitet och innehöll stor andel klöver (70 procent, resten gräs) och därmed mycket råprotein (170 g rp/kg torrs substans). Dessutom ingick åkerböna och rapskaka i foderstaterna vilket tillsammans ger en bra foderstat där allt foder kan produceras på den egna gården.⁴⁴ I motsvarande försök där de som kontroll fick sojamjöl med mycket AAT och kalvarnas tillväxt jämfördes, växte de lika bra eller bättre när de utfodrades med antingen ärt, åkerböna, svensk sojaböna, lupin eller Agrodrank, jämfört med

sojamjölet.^{41,42} Anledningen till den goda tillväxten hos kalvarna som utfodrades med lokalproducerat foder var antagligen att samtidigt med utfodring av mycket vomnedbrytbart protein fick de även god tillgång till lättillgänglig energi.¹¹ Detta visade sig också när kalvarna enbart utfodrades med klöverrikt ensilage, korn och lite (0,2 kg) eller mer (0,5 kg) kallpressad rapskaka jämfört med sojamjöl. Kalvarna som fick lite rapskaka hade klart sämre tillväxt än de båda andra grupperna.⁴⁴ Foderstaten med mest rapskaka gav lite sämre tillväxt än sojafoderstaten men kan vara lika lönsam i ekologisk produktion.⁴⁴ Inte heller i exemplet ovan där 40, 50 och 60 procent ensilage jämfördes gav den numeriskt (40 procent, dock ej signifikant skild från 50) största tillväxten den bästa lönsamheten, då foderstaten med 50 procent var mest lönsam i ekologisk produktion.⁴⁴



FOTO: FRIDA DAHLSTRÖM

Slutsatser och framtidsutsikter



FOTO: JANNE NORDLUND OTHÉN

Sedan 50 år tillbaka har mjölkorna fördubblat sin produktion, korna har genom avel blivit alltmer högvastande och kvaliteten på fodret har förbättrats genom växtförädling och ny kunskap om bland annat skördemetoder. Skillnaden i avkastning mellan ekologisk och konventionell mjölkproduktion minskar, men att enbart sätta mål om ökad mjölkproduktion oavsett prisbild, effekter på miljön och kornas hälsa är inte önskvärt.¹³⁴ Istället krävs en helhetssyn i enlighet med de principer som vägleder den ekologiska produktionen såsom lokala och täta näringskretslopp och en god djurvelfärd. Den största utmaningen i utfodringen av ekologiska mjölk-

kor är att näringsförsörja korna med kvalitetsprotein och samtidigt ha hög självförsörjningsgrad med foder. Fortfarande köps dock en hel del kraftfoder in till ekologiska mjölgårdar, exempelvis importerad soja och andra proteinkraftfoder, men även spannmål från andra delar av Sverige. Ett alternativ till att producera allt foder själv är förstås att komplettera sitt grovfoder med ett inköpt proteinkoncentrat eller med ett färdigkraftfoder. Samtidigt medför stora inköp av kraftfoder att betydande mängder växtnäring köps in till gården och det kan bli ett överskott i växtnärbalansen med negativa miljöeffekter som följd.¹⁰

“I ekologisk produktion är bete med foderintag ett krav vilket kan bli ett problem om man inte har tillräckligt med betesmarker eller om man har robotmjölkning (AMS).”

Kväveeffektivitet och foderutnyttjande

I vallfoder och de proteinkraftfoder som kan odlas och användas i Sverige är proteinkvaliteten inte lika hög som i exempelvis soja, vilket kan medföra ett lägre utnyttjande av kvävet. Det finns ett begränsat antal proteinkraftfodermedel att tillgå och en stor andel av proteinet i dem bryts ner i vommen (lågt AAT). I en ekologisk foderstat är det extra vanligt med fodermedel där proteinet inte har så god kvalitet eftersom man siktar på stora andelar vallfoder samt hög självförsörjningsgrad på gården. Men utnyttjandet av kvävet kan förbättras om man ser till att det bildas mycket mikrobprotein i vommen genom att ge korna tillräckligt med lättillgänglig energi i foderstaten samtidigt med nedbrutet protein i vommen. Då får man en balans i utfodringen som gör att mikroorganismerna kan bygga mycket mikrobprotein och därmed undviks höga halter kväve i djurens urin och förlusterna till omgivningen blir små. Energin kan hämtas från lättnedbrytbar fiber i tidigt skördat vallfoder, från fett i oljeväxter eller från stärkelse i spannmål och baljväxter.

En riklig konsumtion av grovfoder ger i sig mycket mikrobprotein^{56, 135} men det är samtidigt viktigt med en optimal skördestrategi av vallfoder. Det är bra att skörda tidigt för att vallen ska bidra med lättnedbrytbara kolhydrater och för att korna ska kunna äta mycket. En snabb förtorkning och användning av tillsatsmedel ger bättre proteinkvalitet i grovfodret. Tillsatsmedlet har, med tanke på proteinkvalitet, framförallt betydelse i foderstater som innehåller fodermedel med lågt AAT.

Det är positivt att använda baljväxter i vallfröblandningen, de fixerar kväve och tillför protein. Det finns användbara ämnen i vallbaljväxterna som bör utforskas och utnyttjas för att öka kväveeffektiviteten som

exempelvis tanninerna i käringtand och PPO (polyfenoloxidas) i rödklöver. I ett genomsnitt över fem studier kunde kväveeffektiviteten öka med 3,5 procent genom att använda stor andel rödklöver jämfört med lusern.¹³⁶

Strategival

Vilken utfodringsstrategi man väljer beror på gårdens förutsättningar, men oberoende av strategi är vallfoder och bete basen i utfodringen i den ekologiska mjölkproduktionen. Eftersom en grundtanke i ekologisk produktion är att i första hand använda sig av ”naturliga” foderråvaror samt att utnyttja lokalt odlad foder på bästa sätt är det även önskvärt att i större utsträckning ta hänsyn till (och räkna med) innehållet av mineraler och vitaminer i foderväxter än vad vi gör idag. Exempelvis varierar mineral- och vitamininnehållet i grovfoder mycket mellan år och mellan arter. Det är dyrt att analysera vitamininnehållet i fodret, vilket gör att vi räknar med att det i stort sett inte tillför något vitamin alls. Ett vanligt proteinkraftfoder som raps innehåller mycket fosfor men bidrar även med vitamin E. Särskilt i ekologisk produktion med minimerat inköp av foder kan man behöva ta hänsyn till lokala skillnader i framförallt mineralinnehåll, både makro- och mikromineraler, i fodret. Selen är ett exempel där markens innehåll varierar mellan platser vilket kan påverka innehållet i fodret.¹³⁷



FOTO: ANNIKA ARNESSON

Olika modeller för mjölkornas försörjning har studerats i forskningen, såsom utfodring med stora andelar grovfoder. Andra strategier kan vara att 1) ge grovfoder och enbart spannmål, 2) grovfoder,

spannmål och gårdsproducerat proteinkraftfoder eller 3) grovfoder och biproduktbaserat kraftfoder. De flesta studier visar att mjölkarna kan ge en hög mjölkavkastning med en stor andel grovfoder, om grovfodret är av god näringsmässig och hygienisk kvalitet. Även den högvastande kon kan hämta en stor andel av proteinet från grovfodret och att ersätta proteinkraftfoder med bra grovfoder är lönsamt.

Bete, som är det billigaste fodermedlet, har bra kvalitet och ger minskade hälsostörningar hos korna, jämfört med kor som inte betar, vilket gör bete lönsamt.¹⁰⁹ I ekologisk produktion är bete med foderintag ett krav vilket kan bli ett problem om man inte har tillräckligt med betesmarker eller om man har robotmjölkning (AMS). I en studie med AMS hade korna en högre mjölkavkastning och en högre mjölkkningsfrekvens före betesläppet än när de var på betet.¹²⁰ Det finns dock gårdsexempel där man har lyckats med att behålla både mjölkavkastning och antalet mjölkningar under betesperioden.¹³⁸

Genom att utfodra i ladugården lockas korna att gå via mjölkningsroboten. Samtidigt får man dem att utnyttja betet bättre om man ger korna så lite foder som möjligt inomhus.¹¹⁰ Det finns olika strategier som kan underlätta att få en acceptabel och stabil mjölkkningsfrekvens samtidigt som korna får beta och därmed en god djurvelfärd. Betande kor bidrar också till öppna landskap och biologisk mångfald!

Att komplettera vall och spannmål med ett proteinkraftfoder ger en bra balans i foderstaten och kan vara nödvändigt för att försörja de mest högvastande korna med näring. Raps är ett intressant fodermedel som tillför både protein och energi. Att utfodra rapsen som kallpressad rapskaka har visat sig ge hög mjölkavkastning samtidigt som det är en biprodukt från oljeutvinningen. Även om det finns gårdsbaserade mekaniska rapspressar är lönsamheten osäker och vill man sälja oljan som livsmedel råder höga hygienkrav. Ett bra alternativ är att samverka kring en press dit man lämnar frö och får kaka tillbaka. Nackdelen med de mindre gårdsbaserade pressarna är att kakan fortfarande innehåller mycket fett, vilket kan medföra för mycket fett i totalfoderstaten, samt

vara negativt för oljeutvinningens lönsamhet. Att mala rapsfröet och utfodra direkt är också ett alternativ, men malningen kan ställa till problem och malet rapsfrö tillför mycket fett och kan därmed inte utfodras i större mängder. Fröbaljväxter tillför protein i foderstaten. Den stora utmaningen med dem är att klara odlingssäkerheten och nå en hög avkastning med små årsvariationer för att minska lantbrukarens ekonomiska osäkerhet.¹³⁹ Andra utnyttjade proteinkällor kan vara frön från pumpa, vallmo och camelina¹³⁹ men i dagsläget det skulle bli för dyrt att utfodra dem i större mängd.

Livsmedelssäkerhet för en växande befolkning diskuteras alltmer och det är ifrågasatt om det är klokt att låta fodret ta vägen genom djuren eller om det är bättre att äta den odlade grödan direkt. Ett sätt att undvika detta dilemma är att utfodra djuren med biprodukter i stället för spannmål och annat som vi människor kan äta direkt. I försök har foderstater med olika typer av biprodukter gett bra resultat, likvärdiga med en mer traditionell foderstat.^{140,106} Då har fodermedel använts som idag inte förkommer i större mängd som ekologiskt certifierade, som drank och betfiber. Andra biprodukter som rapskaka och vetekli är redan vanliga fodermedel. Det finns biprodukter från livsmedelsindustrin som vi skulle kunna använda som foder men som inte används idag, som exempelvis olika rester från frukt- och grönsaksindustrin.¹³⁹ Nyare beräkningar visar dessutom att mjölkkor har den högsta uppgraderingen av mängden för oss människor årligt protein och aminosyror från foder till mjölk när korna har utfodrats med mycket grovfoder och biprodukter.^{140,141}

Lönsamhet och foder

För att få en bra lönsamhet i mjölkföretaget tänker många oftast på att öka mjölkavkastningen, på gården eller för de enskilda korna. Genom avel för hög avkastning och genom en energität utfodring kan kornas avkastningsnivå öka. I ekologisk produktion ska korna ha fri tillgång på grovfoder och därmed finns det mindre utrymme till att utfodra kraftfoder för hög avkastning. Men när kraftfoderpriserna är höga, kan det även leda till dålig lönsamhet för producenterna att ge mycket kraftfoder. Till exempel har ekologisk soja, importerad från sydöstra Europa eller Kina, blivit

“Nyare beräkningar visar dessutom att mjölkkor har den högsta uppgraderingen av mängden för oss människor ätligt protein och aminosyror från foder till mjölk när korna har utfodrats med mycket grovfoder och biprodukter.”

mycket dyr. Det gäller att använda den mängd kraftfoder man utfodrar på ett optimalt sätt då 30–50 procent av mjölkproduktionens kostnader kommer från fodret.¹⁴²

Om lantbrukarna väljer att enbart använda inköpt färdigfoder som kraftfoder har de små möjligheter att påverka priset. Svenska studier pekar på att det är ekonomiskt fördelaktigt att öka andelen egenodlat och/eller närodlat protein i foderstaten genom till exempel minskat inköp av kraftfoder, även på grund av att proteingrödorna ger förfruktseffekter med en förbättrad avkastning hos efterföljande grödor i växtföljden.¹⁴³

Det finns flera exempel på beräkningar där system med lägre mjölkavkastning per ko visar sig mer lönsamma än system med högre avkastning. I ett sådant exempel från Storbritannien jämfördes 10 000 kg mjölk per ko och år med 7 000 kg.¹⁴⁴ Man räknade med att lågavkastningssystemet hade högre hållbarhet för några faktorer, som kortare kalvningsintervall, fler levande kalvar och en lägre rekrytering. Vinsten, som efter att ha varit högst i det högavkastande systemet när enbart mjölkintäkt minus foderkostnader beräknades, blev högre totalt i det lågavkastande systemet när även inbesparade kostnader för den högre hållbarheten som nämns ovan inkluderades.¹⁴⁴ Det är dock inte säkert att en låg mjölkproduktion är direkt översättbar till en mer hållbar djurhållning då hälsostörningarna minskar i Sverige trots en ökande avkastningstrend.^{4,145}

Forskningsbehov

Som nämnts ovan är skillnaden i avkastning mellan ekologisk och konventionell mjölkproduktion inte så stor, dessutom finns det inte så stora skillnader i kornas hälsa mellan systemen.¹⁴⁶ En orsak är troligen att båda systemen använder samma raser. I Sverige används i avel ett ”total merit index” där hälsa, fertilitet och livslängd ingår.¹⁴⁷ Därmed ingår egenskaper som ekologiska mjölkproducenter värderar¹⁴⁸ och raserna fungerar bra även i ekologisk produktion. Trots en minskande trend av hälsostörningar har dock svenska mjölkkor fortfarande en hög behandlingsprocent. Enligt statistik från Växa Sverige behandlades 17 procent av korna av veterinär någon gång under 2016/17.¹⁴⁵

Hög avkastning kan ge störningar i fertilitet och hälsa¹⁴⁷ samtidigt som det finns ett starkt samband mellan friska kor och hög avkastning. För att få en uthållig produktion med friska kor, en miljömässigt bra produktion och god lönsamhet pågår mycket forskning om att öka effektiviteten i produktionen och mer forskning behövs. Det finns individer av kor som är bättre på att omsätta kvävet till mjölkprotein än andra och som klarar att äta och omsätta grovfoder bättre än andra. Att förutom avel för friska individer även kunna ta hänsyn till egenskaper som bra grovfoderomvandlare i avelsarbete och produktion är intressant för ekologisk produktion.

Redan från och med att kalven föds är val av fodermedel och utfodringsmodeller mycket viktigt. Den första tiden i livet och hela uppfödningssperioden fram till att den får sin första kalv har stor betydelse för hur den blir som mjölkko vilket påverkar lantbrukarens ekonomi. Eftersom grovfodret har stor betydelse i en ekologisk foderstat är dess kvalitet och utnyttjande högprioriterade forskningsområden. Teknik för att få fram det bästa vallfodret behövs. Hur kan vi öka proteinkvaliteten i grovfodret och annat foder och få en bättre kväveeffektivitet? Vi behöver veta mer om hur aminosyrorna i fodret utnyttjas av idisslaren och hur vi kan använda oss av den kunskapen. Är den teknik som studeras för att utvinna högvärdigt protein ur vall till enkelmagade djur även intressant för mjölkkor? Vi känner till vissa fördelaktiga substanser i fodret som PPO och tanniner, men vi behöver förstå deras funk-

tion bättre och hur vi ska kunna utnyttja dem på bästa sätt, exempelvis hitta det optimala tannininnehållet.

Det finns i dag inte så många val när det gäller proteinkraftfoder. Vi behöver förbättrade odlingsmetoder för de fodermedel som redan finns och fungerar bra, men som är svårödlade, som lupin. Finns det andra nya eller ny-gamla fodermedel att tillgå som vi skulle kunna odla i Sverige? Eller är det bättre att arbeta vidare med förädling av exempelvis åkerbönor för att få fram ett bättre fodervärde? Om vi ska använda oss av biprodukter tillsammans med grovfoder i framtiden, vilka är intressanta och hur får vi lönsamhet i att särbehandla de biprodukter som finns som ekologiska?

Vi behöver veta mer om hur fodret ska processas och hanteras för förbättrat fodervärde, framförallt vad vi kan göra på gårdsnivå, utan att rucka på produktionens hållbarhet. Hur man löser sin inomgårdsmekanisering är en utmaning och det saknas kunskap som är praktiskt tillämpbar. Dels behöver vi veta mer om hur fodrets kvalitet påverkas av mekanisk bearbetning, men även om hur man ska lösa foderberedningen hemma på gården. Det är möjligt att värmebehandla proteinfodren både industriellt och på gården för ett bättre proteinutnyttjande, men trots många studier vet vi inte exakt hur värmebehandlingen ska gå till för att få en produktionsrespons. Kanske är det så att värmebehandlingen är en onödig energikostnad om behandlingen inte har tillräcklig effekt? En annan viktig fråga är hur samverkan mellan gårdar om foder och djur kan utformas? Någon form av samarbete kan exempelvis bidra till att behålla tjurkalvarna i ekologisk produktion.

En del studier visar att man med sänkt koncentrationsgrad i fodret och minskade mängder proteinfoder ändå kan få tillfredställande produktionsresultat. Men vi behöver veta mer om vad det finns för gränsvärden, och när det är effektivt att sätta in mer resurser och när det är mer resurseffektivt att använda mer lokala resurser med en eventuellt lägre avkastning som följd. Sammantaget finns en hel del kunskapsluckor vad gäller den optimala foderstatens sammansättning för en effektiv, uthållig och lönsam ekologisk produktion som samtidigt främjar kornas hälsa och välfärd.



FOTO: BIRGITTA JOHANSSON

Referenser

1. IFOAM, 2005 IFOAM basic principles
<http://www.ifoam.bio>.
2. EU. 1999. Council Directive no. 1804/1999. Official Journal of European Communities L222/1.
3. Jordbruksverket, 2017. Jordbruksverkets driftsinriktning 2016. Statistiska meddelanden, JO 35 SM 1701.
4. Växa Sverige. 2019. Husdjursstatistik/Cattle statistics 2019.
5. European Commission. 2013. Facts and figures on organic agriculture in the European Union. Agriculture and rural development.
6. Johansson, B., Hessle, A. & Kumm, K. I. 2016. Using clover/grass silage as a protein feed for dairy bull calves. *Organic Agriculture*, 6(1), 57-63. doi:10.1007/s13165-015-0113-7.
7. Patel, M., Wredle, E., Spornö, E., Bertilsson, J. & Kumm, K. I. 2013. Profitability of organic and conventional dairy production with different dietary proportions of high-quality grass silage. *Organic Agriculture*, 3(1), 31-39.
8. NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. (7th rev. edition ed.). Washington, DC.: National Academy Press.
9. Sundrum, A. & Sunder, U. 2012. Striving for efficiency in nutrient utilisation on organic dairy farms. Paper presented at the 2nd IFOAM/ISOFAR International Conference on Organic Animal Husbandry. Tackling the Future Challenges of Organic Animal Husbandry, Hamburg, Germany.
10. Einarsson, R., Cederberg, C. & Kallus, J. 2018. Nitrogen flows on organic and conventional dairy farms: a comparison of three indicators. *Journal of Nutrient Cycling in Agroecosystems* 110, 25-38.
11. Børsting, C. F., Kristensen, T., Misciattelli, L., Hvelplund, T. & Weisbjerg, M. R. 2003. Reducing nitrogen surplus from dairy farms. Effects of feeding and management. *Livestock Production Science*, 83(2-3), 165-178, doi:10.1016/s0301-6226(03)00099-x.
12. Jonker, J. S., Kohn, R. A. & High, J. 2002. Dairy herd management practices that impact nitrogen utilization efficiency. *Journal of dairy science*, 85(5), 1218-1226, doi:10.3168/jds.S0022-0302(02)74185-4.
13. Olmos Colmenero, J. J. & Broderick, G. A. 2006. Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 89(5), 1704-1712.
14. Hristov, A. N., Heyler, K., Schurman, E., Griswold, K., Topper, P., Hile, M. & Dinh, S. 2015. Case study: reducing dietary protein decreased the ammonia emitting potential of manure from commercial dairy farms. *Professional Animal Scientist*, 31(1), 68-79.
15. Larsen, M., Lund, P., Weisbjerg, M. R. & Hvelplund, T. 2009. Digestion site of starch from cereals and legumes in lactating dairy cows. *Animal Feed Science and Technology*, 153(3-4), 236-248. doi:10.1016/j.anifeedsci.2009.06.017.
16. Moharrery, A., Larsen, M. & Weisbjerg, M. R. 2014. Starch digestion in the rumen, small intestine, and hind gut of dairy cows - A meta-analysis. *Animal Feed Science and Technology*, 192, 1-14. doi:10.1016/j.anifeedsci.2014.03.001.
17. LRF, 2012. Goda affärer med nära protein. Lantbrukarnas Riksförbund i samarbete med Svensk Mjök och Ekologiska Lantbrukarna. Printfabriken.
18. Cederberg, C., Wallman, M., Berglund, M. & Gustavsson J. 2011. Klimatavtryck av ekologiska jordbruksprodukter. SIK-rapport Nr 830.
19. Torstensson, G., Aronsson, H. & Bergström, L. 2006. Nitrogen use efficiencies and leaching of organic and conventional and conventional cropping systems in Sweden. *Agronomy Journal* 98, 603-615.
20. RTOACC, 2011. Organic agriculture and climate change mitigation, FAO.
21. Röös, E., Sundberg, C., Salomon, E. & Wivstad, M. 2013. Ekologisk produktion och klimatpåverkan – En sammanställning av kunskapsläge och framtida forskningsbehov. EPOK–Centrum för ekologisk produktion och konsumtion, SLU, Uppsala.
22. Schwab, C. G. & Broderick, G. A. 2017. A 100-Year Review: Protein and amino acid nutrition in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(12), 10094-10112. doi:10.3168/jds.2017-13320
23. Merchen, N. R. & Bourquin, L. D. 1994. Processes of digestion and factors influencing digestion of forage-based diets by ruminants. Madison, Wisconsin, USA: American Society of Agronomy, Inc.
24. Jung, H. G. & Allen, M. S. 1995. Characteristics of

- plant-cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*, 73(9), 2774-2790.
25. Nadeau, E., Arnesson, A. & Helander, C. 2015. Effects of grass silage feed value on feed intake and performance of pregnant and lactating ewes and their lambs. *Grass and Forage Science*, 71, 448-457, doi:doi: 10.1111/gfs.12197.
26. Keady, T. W. J., Hanrahan, J. P., Marley, C. L. & Scollan, N. D. 2013. Production and utilization of ensiled forages by beef cattle, dairy cows, pregnant ewes and finishing lambs - A review. *Agricultural and Food Science*, 22(1), 70-92.
27. Nadeau, E., Richardt, W. & Nørgaard, P. 2016. Fibre and protein quality of silages and their effects on ruminant performance. *Proceedings of the 17th International Conference on Forage Conservation*, Horný Smokovec, Slovak Republic, September 27-29. L'. Rajčáková (Ed.) pp. 39-53. ISBN 978-80-89418-45-9. EAN 9788089418459.
28. Dewhurst, R. J., Delaby, L., Moloney, A., Boland, T. & Lewis, E. 2009. Nutritive value of forage legumes used for grazing and silage. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 48(2), 167-187.
29. Dewhurst, R. J., Fisher, W. J., Tweed, J. K. S. & Wilkins, R. J. 2003. Comparison of grass and legume silages for milk production. 1. Production responses with different levels of concentrate. *Journal of Dairy Science*, 86(8), 2598-2611.
30. Phelan, P., Moloney, A. P., McGeough, E. J., Humphreys, J., Bertilsson, J., O'Riordan, E. G. & O'Kiely, P. 2015. Forage Legumes for Grazing and Conserving in Ruminant Production Systems. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34(1-3), 281-326. doi:10.1080/07352689.2014.898455.
31. Nyman, A. 2017. Epidemiolog, Växa Sverige, personligt meddelande.
32. Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Van Soest, P. J., Fox, D. G. & Russell, J. B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70(11), 3562-3577.
33. Nadeau, E., Hallin, O., Richardt, W., Hansen, H., Arnesson, A. & Jansson, J. 2014a. Protein och fiber i rödklöver – inverkan av skördetidpunkt och sort. *Vallkonferensen*, 5-6 februari, Uppsala. Rapport nr 18, sid 85-88. Institutionen för växtproduktionsekologi (VPE), Sveriges lantbruksuniversitet.
34. Nadeau, E., Johansson, B., Richardt, W., Murphy, M. & Auerbach, H. 2014b. Protein quality of grass silage and its effects on dairy cow performance. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* Vol. 30, p. 210. Joint ISNH/ISRP, September 8-12, Canberra, Australia.
35. Nadeau, E., Johansson, B., Richardt, W., Murphy, M. & Auerbach, H. 2015. Protein quality of grass silage as affected by silage additives and its effects on dairy cow performance, *Journal of Animal Science*, 93 (Suppl s3/J Dairy sci vol 98 suppl 2), 206.
36. Nadeau, E. & Murphy, M. 2017. Utnyttja vallensilagens protein till mjölkarna med hjälp av tillsatsmedel. *Vallkonferens 2017*. Inst. för växtproduktionsekologi, SLU. Rapport 22, sid 94-97.
37. Eriksson, T., Norell, L. & Nilsdotter-Linde, N. 2012. Nitrogen metabolism and milk production in dairy cows fed semi-restricted amounts of ryegrass-legume silage with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) or white clover (*Trifolium repens* L.). *Grass and Forage Science*, 67(4), 546-558. doi:10.1111/j.1365-2494.2012.00882.x.
38. Hymes-Fecht, U. C., Broderick, G. A., Muck, R. E. & Grabber, J. H. 2013. Replacing alfalfa or red clover silage with birdsfoot trefoil silage in total mixed rations increases production of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 96(1), 460-469. doi:10.3168/jds.2012-5724.
39. Johansson, B. & Nadeau, E. 2006. Performance of dairy cows fed an entirely organic diet containing cold-pressed rapeseed cake. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 56(3-4), 128-136.
40. Eriksson, T. 2010. Nitrogen metabolism in dairy cows fed restricted amounts of grass-clover silage supplemented with seeds from narrow-leaved lupin or pea. *Livestock Science*, 131(1), 39-44. doi:10.1016/j.livsci.2010.02.021.
41. Johansson, B., Fernqvist, T., Hessle, A., Nadeau, E., Arnesson, A. & Kumm, K-I. 2011a. Locally produced protein feeds for dairy bull calves. *Proceedings of the 2nd Nordic feed science conference*, Uppsala 15-16 juni, pp 38-42.
42. Johansson, B., Kumm, K-I. & Hessle, A. 2013. Närproducerade proteinfodermedel till mjölkkraskalvar – del 2. Slutrapport till Stiftelsen lantbruksforskning, projektnummer H0950101.
43. Johansson, B., Kumm, K. I., Åkerlind, M. & Nadeau, E. 2015. Cold-pressed rapeseed cake or full fat rapeseed to organic dairy cows-milk production and profitability. *Organic Agriculture*, 5(1), 29-38. doi:10.1007/s13165-014-0094-y.
44. Johansson, B. & Åkerlind, M. 2016. Minerals in forage for dairy cows. *Proceedings of the 67th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science*. Belfast, United Kingdom, 29 August - 2 September, p 411.
45. Karlsson, L., Finell, M. & Martinsson, K. 2010. Effects of increasing amounts of hempseed cake in the diet

- of dairy cows on the production and composition of milk. *Animal*, 4(11), 1854-1860. doi:10.1017/s1751731110001254.
46. Hessle, A., Eriksson, M., Nadeau, E., Turner, T. & Johansson, B. 2008. Cold-pressed hempseed cake as a protein feed for growing cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 58(3), 136-145. doi:10.1080/09064700802452192
 47. Broderick, G. A., Grabber, J. H., Muck, R. E. & Hymes-Fecht, U. C. 2017. Replacing alfalfa silage with tannin-containing birdsfoot trefoil silage in total mixed rations for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 100(5), 3548-3562. doi:10.3168/jds.2016-12073.
 48. Lindqvist, H., Nadeau, E., Jensen, S. K. & Soegaard, K. 2014. alpha-Tocopherol and beta-carotene contents of forage species in a four-cut system. *Grass and Forage Science*, 69(2), 356-364. doi:10.1111/gfs.12058.
 49. Lee, M. R. F. 2014. Forage polyphenol oxidase and ruminant livestock nutrition. *Frontiers in Plant Science*, 5, 9. doi:10.3389/fpls.2014.00694.
 50. Wallsten, J. 2008. Whole-crop cereals in dairy production. Digestibility, feed intake and milk production, Doctoral Thesis No. 56, Swedish University of Agricultural Sciences. Umeå, Sweden.
 51. Wallsten, J. & Martinsson, K. 2009. Effects of maturity stage and feeding strategy of whole crop barley silage on intake, digestibility and milk production in dairy cows. *Livestock Science*, 121(2-3), 155-161. doi:10.1016/j.livsci.2008.06.004.
 52. Nadeau, E. 2007. Effects of plant species, stage of maturity and additive on the feeding value of whole-crop cereal silage *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87:789-801.
 53. Sutton, J. D. & Morant, S. V. 1989. A review of the potential of nutrition to modify milk-fat and protein. *Livestock Production Science*, 23(3-4), 219-237. doi:10.1016/0301-6226(89)90073-0.
 54. Murphy, M., Uden, P., Palmquist, D. L. & Wiktorsson, H. 1987. Rumen and total diet digestibilities in lactating cows fed diets containing full-fat rapeseed. *Journal of Dairy Science*, 70(8), 1572-1582.
 55. Khalili, H., Kuusela, E., Saarisalo, E. & Suvitie, M. 1999. Use of rapeseed and pea grain protein supplements for organic milk production. *Agricultural and Food Science in Finland*, 8(3), 239-252.
 56. Volden, H. 2011. Norfor—the Nordic feed evaluation system, vol No. 130. EAAP Publication. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, NL.
 57. Schumacher, H., Paulsen, H. M., Gau, A. E., Link, W., Jurgens, H. U., Sass, O. & Dieterich, R. 2011. Seed protein amino acid composition of important local grain legumes *Lupinus angustifolius* L., *Lupinus luteus* L., *Pisum sativum* L. and *Vicia faba* L. *Plant Breeding*, 130(2), 156-164. doi:10.1111/j.1439-0523.2010.01832.x.
 58. Melicharová, V., Pechová, A., Dvorák, R. & Pavlata, L. 2009. Performance and Metabolism of Dairy Cows Fed Bean Seeds (*Vicia faba*) with Different Levels of Anti-Nutritional Substances *Acta Veterinaria Brno* 78, 57-66. <https://doi.org/10.2754/avb200978010057>.
 59. Tufarelli, V., Khan, R.U. & Laudadio, V. 2012. Evaluating the suitability of field beans as a substitute for soybean meal in early-lactating dairy cow: Production and metabolic responses. *Animal Science Journal*, 83: 136-140. DOI: 10.1111/j.1740-0929.2011.00934.x.
 60. Neil, M. & Ivarsson, E. 2017. Åkerböna till gris i konventionell och ekologisk produktion – egenskaper och användbarhet hos olika sorter. Slutrapport till Stiftelsen lantbruksforskning, projektnummer H1350188.
 61. Flengmark P. K., Deleuran, L. C. & Jørgensen, J. R. 2005. Dyrkningsforsøg med gul, hvid og smalbladet lupin 1991-1998. (Field experiments with yellow, white and narrow-leaved lupin 1991-1998). DJF rapport Markbrug nr. 115. Danmarks JordbrugsForskning. Ministeriet for fødevarer, landbrug og fiskeri.
 62. Musco, N., Cutrignelli, M. I., Calabro, S., Tudisco, R., Infascelli, F., Grazioli, R. & Chiofalo, B. 2017. Comparison of nutritional and antinutritional traits among different species (*Lupinus albus* L., *Lupinus luteus* L., *Lupinus angustifolius* L.) and varieties of lupin seeds. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(6), 1227-1241. doi:10.1111/jpn.12643.
 63. Carlsson, M. 2007. Drankgivans och vallfoderkvalitetens effekt på konsumtion och produktion hos mjölkkor. Studentarbete 129, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges lantbruksuniversitet, Skara.
 64. Fogelberg, F. & Wahlund, L. 2013. Svensk sojaodling för inhemsk proteinförsörjning. Slutrapport till Stiftelsen lantbruksforskning, projektnummer V1041021.
 65. Hermansen, J.E., Lærke, P.E., Manevski, K., Boelt, B., Jensen, S.K., Weisbjerg, M.R., Dalsgaard, T.K., Danielsen, M., Asp, T., Ambye-Jensen, M., Sørensen, C.A.G., Jensen, M.V., Gylling, M., Lindedam, J., Lübeck, M. & Fog, E. 2017. Green biomass - protein production through bio-refining. DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug. 72 s.
 66. Damborg, V.K., Jensen, S.K. & Weisbjerg, M.R. 2017. Value of pulp from green protein extraction of grass clover as forage for dairy cows. ADSA Annual Meeting, Pittsburgh, Pennsylvania, June 17-25.
 67. Johansson, B., Waller, K. P., Jensen, S. K., Lindqvist,

- H. & Nadeau, E. 2014. Status of vitamins E and A and beta-carotene and health in organic dairy cows fed a diet without synthetic vitamins. *Journal of Dairy Science*, 97(3), 1682-1692. doi:10.3168/jds.2013-7388
68. Mogensen, L., Kristensen, T., Soegaard, K., Jensen, S. K. & Sehested, J. 2012. Alfa-tocopherol and beta-carotene in roughages and milk in organic dairy herds. *Livestock Science*, 145(1-3), 44-54. doi:10.1016/j.livsci.2011.12.021.
69. Lindqvist, H., Nadeau, E., Persson Waller, K., Jensen, S. K. & Johansson, B. 2011. Effects of RRR- α -tocopheryl acetate supplementation during the transition period on vitamin status in blood and milk of organic dairy cows during lactation. *Livestock Science*, 142(1-3), 155-163. doi:10.1016/j.livsci.2011.07.009.
70. Torsein, M., Lindberg, A., Svensson, C., Jensen, S. K., Berg, C. & Waller, K. P. 2018. alpha-Tocopherol and beta-carotene concentrations in feed, colostrum, cow and calf serum in Swedish dairy herds with high or low calf mortality. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 60, 14. doi:10.1186/s13028-018-0361-0.
71. Suttle, N. (2010) Mineral nutrition of livestock. 4th edition. CAB International, Wallingford, UK. ISBN: 978-1-84593-472-9.
72. Clark, M.S., Horwath, W.R., Shennan, C. & Scow, K. 1998. Changes in soil chemical properties resulting from organic and low-input farming practices. *Agron*, J. 90: 662-671.
73. Pettersson, P., Salomonsson, L. & Nordkvist, E. 1998. Differences in botanical and chemical composition of forage from organic and conventional leys: a survey at farm field level, *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science, Sect. B., Soil and Plant Sci.* 48:18-25.
74. Lindström B.E.M., Frankow-Lindberg B.E., Dahlin A.S., Watson C.A. & Wivstad, M. 2014, Red clover increases micronutrient concentrations in forage mixtures. *Field Crops Research* 169, 99-106.
75. Hörndahl, T. 2008. Hantering av kraftfoder på gården. *Jordbruksinformation 4 (JO08:4)*, Jordbruksverket.
76. Karlsson, S. & Arnesson, A. 2004. 100 % ekologiska fodermedel och deras hantering på mjölgårdar i Götaland. Avdelningen för produktionssystem, Rapport 3. Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara.
77. Rondahl, T. 2004. The effect of different processing methods on rumen degradation of protein and starch in threshed peas. *Röbäcksdalen meddelar vol. 2*, SLU Umeå.
78. Goelema, J. O., Smits, A., Vaessen, L. M. & Wemmers, A. 1999. Effects of pressure toasting, expander treatment and pelleting on in vitro and in situ parameters of protein and starch in a mixture of broken peas, lupins and faba beans. *Animal Feed Science and Technology*, 78(1-2), 109-126. doi:10.1016/s0377-8401(98)00266-1.
79. Soetan, K. O. & Oyewole, O. E. 2009. The need for adequate processing to reduce the anti-nutritional factors in plants used as human foods and animal feeds: a review. *African Journal of Food Science (ACFS)*, 3(9), 223-232.
80. Mogensen, L., Lund, P., Kristensen, T. & Weisbjerg, M. R. 2008. Effects of toasting blue lupins, soybeans or barley as supplement for high-yielding, organic dairy cows fed grass-clover silage ad libitum. *Livestock Science*, 115(2-3), 249-257. doi:10.1016/j.livsci.2007.08.011.
81. Yu, P., Goelema, J. O., Leury, B. J., Tamminga, S. & Egan, A. R. 2002. An analysis of the nutritive value of heat processed legume seeds for animal production using the DVE/OEB model: a review. *Animal Feed Science and Technology*, 99(1-4), 141-176. doi:10.1016/s0377-8401(02)00114-1.
82. Ljokjel, K., Harstad, O. M., Prestlokken, E. & Skrede, A. 2003. In situ digestibility of protein in barley grain (*Hordeum vulgare*) and peas (*Pisum sativum* L.) in dairy cows: influence of heat treatment and glucose addition. *Animal Feed Science and Technology*, 107(1-4), 87-104. doi:10.1016/s0377-8401(03)00121-4.
83. Spörndly, R. 2013. Rumen degradability of protein in field beans after heat treatment or ensiling. *Proc. The 4th Nordic Feed Science Conference*, Uppsala 12-13 June. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. Animal Nutrition Management. Report 287, pp39-42.
84. Ramin, M., Höjer, A. & Hetta, M. 2017. The effects of legume seeds on the lactation performance of dairy cows fed grass silage-based diets. *Agricultural and Food Science*. 26:129-137.
85. Martinussen, H., Jørgensen, K.F., Strudsholm, F. & Weisbjerg, M.R. 2013. Heat treatment increases the protein value in Faba beans and Lupins. *Proc. The 4th Nordic Feed Science Conference*, Uppsala 12-13 June. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. Animal Nutrition Management. Report 287, pp34-38.
86. Hansen, N. 2018. Faba Beans as replacement for soybean meal and rapeseed meal in diets for dairy cows. Master Thesis från Aarhus Universitet. 78 pp.
87. Spörndly, E. & Spörndly, R. 2013. Mjöl på bara vall och spannmål. SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 286. Uppsala.
88. Johansson, B. & Holtenius, K. 2008. Organic milk

- production based entirely on grassland feeds. 22nd European Grassland Federation General Meeting on 'Biodiversity and animal feed – future challenges for grassland production'. Uppsala 9-12 June. Grassland Science in Europe 13: 825-827.
89. Patel, M. 2012. Effects of increasing the proportion of highquality grass silage in the diet of dairy cows, Doctoral Thesis No. 80, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.
90. Spörndly, E. & Spörndly, R. 2013. Mjök på bara vall och spannmål. SLU, Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 286. Uppsala.
91. Spörndly, R. 2017. Bara vall och spannmål. Vallkonferens 2017. Inst. för växtproduktionsekologi, SLU. Rapport 22, sid 75-78.
92. Huhtanen, P. & Hristov, A. N. 2009. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3222-3232. doi:10.3168/jds.2008-1352.
93. Sutton, J. D. & Morant, S. V. 1989. A review of the potential of nutrition to modify milk-fat and protein. *Livestock Production Science*, 23(3-4), 219-237. doi:10.1016/0301-6226(89)90073-0.
94. Beauchemin, K. A., McGinn, S. M., Benchaar, C. & Holtshausen, L. 2009. Crushed sunflower, flax, or canola seeds in lactating dairy cow diets: Effects on methane production, rumen fermentation, and milk production. *Journal of Dairy Science*, 92(5), 2118-2127. doi:10.3168/jds.2008-1903.
95. Lerch, S., Ferlay, A., Pomies, D., Martin, B., Pires, J. A. A. & Chilliard, Y. 2012. Rapeseed or linseed supplements in grass-based diets: Effects on dairy performance of Holstein cows over 2 consecutive lactations. *Journal of Dairy Science*, 95(4), 1956-1970. doi:10.3168/jds.2011-4575.
96. Petit, H. V. 2010. Review: Feed intake, milk production and milk composition of dairy cows fed flaxseed, *Canadian Journal of Animal Science*, 90(2), 115-127.
97. Mogensen, L. 2004. Organic milk production based entirely on home-grown feed, Doctoral Thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen, Denmark.
98. Liu, Y. G., Peng, H. H. & Schwab, C. G. 2013. Enhancing the productivity of dairy cows using amino acids, *Animal Production Science*, 53(11), 1156-1159. doi:10.1071/an13203.
99. Huhtanen, P., Hetta, M. & Swensson, C. 2011. Evaluation of canola meal as a protein supplement for dairy cows: A review and a meta-analysis, *Canadian Journal of Animal Science*, 91(4), 529-543. doi:10.4141/cjas2011-029.
100. Maxin, G., Ouellet, D. R. & Lapierre, H. 2013. Effect of substitution of soybean meal by canola meal or distillers grains in dairy rations on amino acid and glucose availability. *Journal of Dairy Science*, 96(12), 7806-7817. doi:10.3168/jds.2013-6976.
101. Rinne, M., Kuoppala, K., Ahvenjarvi, S. & Vanhatalo, A. 2012. Rapeseed expeller is a better protein supplement than soybean expeller in dairy cow diets based on grass-clover silage. Paper presented at the The XVI International Silage Conference, Hameenlinna, Finland.
102. Corbett, R. R., Okine, E. K. & Goonewardene, L. A. 1995. Effects of feeding peas to high-producing dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*, 75(4), 625-629. doi:10.4141/cjas95-092.
103. Gustafsson, A.H., Bergsten, C., Bertilsson, J., Kronqvist, C., Lindmark-Månsson, H., Lovang, M., Lovang, U. & Swensson, C. 2013. Närproducerat foder fullt ut till mjölkcor - en kunskapsgenomgång. Växa Sverige, rapport nr. 1.
104. Johansson, B., Lindqvist, H., Nadeau, E., Jensen, S.K. & Persson Waller, K. 2011b. Närproducerade proteinfodermedel och vitaminförsörjning till mjölkcor. Slutredovisning till SLU EkoForsk. Slutrapport
105. Froidmont, E. & Bartiaux-Thill, N. 2004. Suitability of lupin and pea seeds as a substitute for soybean meal in high-producing dairy cow feed. *Animal Research*, 53(6), 475-487. doi:10.1051/animres:2004034.
106. Karlsson, J., Patel, M., Spörndly, R. & Holtenius, K. 2016. Replacing cereals and soybean meal with sugar beet pulp and rapeseed meal or distiller's grain in grass silage diets to dairy cows. Proc. the 7th Nordic Feed Science Conference, Uppsala, Sweden. 82-86.
107. Ertl, P., Knaus, W., Metzler-Zebeli, B. U., Klevenhusen, F., Khiaosa-Ard, R. & Zebeli, Q. 2015. Substitution of common concentrates with by-products modulated ruminal fermentation, nutrient degradation, and microbial community composition in vitro. *Journal of Dairy Science*, 98(7), 4762-4771. doi:10.3168/jds.2014-9063.
108. Karlsson, J., Patel, M., Spörndly, R. & Holtenius, K. 2017. Ensilageintag och mjölkproduktion med lite kraftfoder i tidig laktation. Vallkonferens 2017. Inst. för växtproduktionsekologi, SLU. Rapport 22, sid 71-74.
109. Ekesbo, I. 2015. Sommarbete för mjölkcor – hälsotillstånd, fertilitet, mjölkavkastning, ekonomi, Svensk veterinärtidning, 8-9, 11-18.
110. Lund, H. 2016. Rådgivare, ØkologiRådgivning. Jysk Eliteafgræsning. Presentation vid rådgivarträff: "Organic milk production in the Nordic countries", Uppsala. Personligt meddelande.
111. Dahlberg, M. 2018. Rådgivare, MD Lantbruksråd,

- Mantorp. Personligt meddelande.
112. Höglund, J., Dahlstrom, F., Sollenberg, S. & Hessle, A. 2013. Weight gain-based targeted selective treatments (TST) of gastrointestinal nematodes in first-season grazing cattle. *Veterinary Parasitology*, 196(3-4), 358-365. doi:10.1016/j.vetpar.2013.03.028.
 113. Höglund, J., Hessle, A., Zaralis, K., Arvidsson-Segerkvist, K. & Athanasiadou, S. 2018. Weight gain and resistance to gastrointestinal nematode infections in two genetically diverse groups of cattle. *Veterinary Parasitology*, 249, 88-91. doi:10.1016/j.vetpar.2017.11.011.
 114. Frida Dahlström, försökstekniker, SLU Skara
 115. Edmonson, A. J., Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T. & Webster, G. 1989. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. *Journal of dairy science*, 72(1), 68-78.
 116. Höglund, J., Dahlstrom, F., Engstrom, A., Hessle, A., Jakubek, E. B., Schnieder, T. & Sollenberg, S. 2010. Antibodies to major pasture borne helminth infections in bulk-tank milk samples from organic and nearby conventional dairy herds in south-central Sweden. *Veterinary Parasitology*, 171(3-4), 293-299. doi:10.1016/j.vetpar.2010.04.002.
 117. Svennersten-Sjaunja, K. M. & Pettersson, G. 2008. Pros and cons of automatic milking in Europe. *Journal of Animal Science*, 86(13), 37-46. doi:10.2527/jas.2007-0527.
 118. Bergman, K. & Rabinowicz, E. 2013. Adoption of the Automatic Milking System by Swedish Milk Producers. Working paper no. 7. AgriFood Economics Centre, P.O. Box 730, SE-220 07 Lund, Sweden.
 119. Oudshoorn, F.W. & Spörndly, E. Operational strategies for optimizing grazing when using automatic milking systems in organic dairy production. *Proceedings of the NJF seminar 461, Bredsten, Denmark, 21-23 August*, pp 15-17.
 120. Karlsson, M. 2015. Hur organiseras kotrafiken i samband med produktionsbete i större besättningar med automatisk mjölkning? Studentarbete 512, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
 121. Kismul H. & Spörndly E. 2016. Produktionsbete eller motionsbete för robotkorna? Svenska Vallbrev, nr 3.
 122. Andersson, Å. 2015. Nattbete med frivillig kotrafik mellan stall och bete i besättningar med omgångsmjölkning - effekt av tillskottsensilage på kotrafik. Studentarbete 541, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
 123. Patel, M & Spörndly, E. 2017. Blandfoder eller separat utfodring vid automatisk mjölkning – spelar det någon roll när det är fri kotrafik? Vallkonferens 2017. Inst. för växtproduktionsekologi, SLU. Rapport 22, sid 168-171.
 124. Lidfors, L. M. 1996. Behavioural effects of separating the dairy calf immediately or 4 days post-partum. *Applied Animal Behaviour Science*, 49(3), 269-283. doi:10.1016/0168-1591(96)01053-2.
 125. Lupoli, B., Johansson, B., Uvnas-Moberg, K. & Svennersten-Sjaunja, K. 2001. Effect of suckling on the release of oxytocin, prolactin, cortisol, gastrin, cholecystokinin, somatostatin and insulin in dairy cows and their calves. *Journal of Dairy Research*, 68(2), 175-187. doi:10.1017/s0022029901004721.
 126. Krohn, C. C., Foldager, J. & Mogensen, L. 1999. Long-term effect of colostrum feeding methods on behaviour in female dairy calves. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 49(1), 57-64. doi:10.1080/090647099421540.
 127. Lidfors, L. & Öhrberg, J. 2000. Behavioural studies of keeping dairy calves on foster cows. Slutrapport till Formas.
 128. De Paula Vieira, A., von Keyserlingk, M. A. G. & Weary, D. M. 2010. Effects of pair versus single housing on performance and behavior of dairy calves before and after weaning from milk. *Journal of Dairy Science*, 93(7), 3079-3085. doi:10.3168/jds.2009-2516.
 129. Gelsinger, S. L., Heinrichs, A. J. & Jones, C. M. 2016. A meta-analysis of the effects of preweaned calf nutrition and growth on first-lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 99(8), 6206-6214. doi:10.3168/jds.2015-10744.
 130. Soberon, F., Raffrenato, E., Everett, R. W. & Amburgh, M. E. v. 2010. Early life nutritional management and effects on long term productivity of dairy calves. Wageningen, Netherlands: Wageningen Academic Publishers.
 131. Sejrsen, K., Purup, S., Vestergaard, M. & Foldager, J. 2000. High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. *Domestic Animal Endocrinology*, 19(2), 93-104. doi:10.1016/s0739-7240(00)00070-9.
 132. Hessle, A., Nadeau, E. & Svensson, C. 2004. Feeding dairy calves and replacement heifers in south-western sweden: A survey. *Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science*, 54(2), 94-102. doi:10.1080/09064700410032013.
 133. Zanton, G. I. & Heinrichs, A. J. 2005. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. *Journal of Dairy Science*, 88(11), 3860-3867. doi:10.3168/jds.S0022-0302(05)73071-X.
 134. Röös, E., Mie, A., Wivstad, M., Salomon, E., Johansson, B., Gunnarsson, S., Wallenbeck, A., Hoffmann, R., Nilsson, U., Sundberg, C. & Watson, C.A. 2018.

- Risks and opportunities of increasing yields in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 38: 14. <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0489-3>.
135. Volden, H. 2001. Utvikling av et mekanistisk system for vurdering av fôr til drøvtyggere, AAT-modellen. I: Fôropptak og fôrmiddelvurdering hos drøvtyggere. Fagsminar 18-19 september 2001. Jevnaker, Norge.
 136. Broderick, G.A. 2018. Utilization of protein in red clover and alfalfa silages by lactating dairy cows and growing lambs. *Journal of Dairy Science* 101: 1190–1205. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13690>.
 137. Shand, C.A., Eriksson, J., Dahlin, S. & Lumsdon, D.G. 2012. Selenium concentrations in national inventory soils from Scotland and Sweden and their relationship with geochemical factors. *Journal of Geochemical Exploration*, 121, 4–14.
 138. Hermansson, S. 2018. Lantbrukare Tidavads Ekolantbruk. Personligt meddelande.
 139. Rinne, M., Dragomir, C., Kuoppala, K., Smith, J. & Yanez-Ruiz, D. 2014. Novel feeds for organic dairy chains. *Organic Agriculture*, 4(4), 275–284. [doi:10.1007/s13165-014-0081-3](https://doi.org/10.1007/s13165-014-0081-3).
 140. Patel M., Sonesson, U. & Hessle, A. 2017. Upgrading plant amino acids through cattle to improve the nutritional value for humans: effects of different production systems. *Animal*, 11 (3):519–528.
 141. Swensson, C., Lindmark-Månsson, H., Smedman, A., Henriksson, M. & Edman, A.K.M. 2017. Protein efficiency in intensive dairy production: a Swedish example. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97: 4890–4897.
 142. Länsstyrelsen i Västra Götalands län. 2018. Bidragsskalyler för ekologisk produktion 2018. Landsbygdsavdelningen (Borås, Skara, Uddevalla).
 143. Gustafsson, A. H., Swensson, C., Lovang, U., Persson, A.T., Bertilsson, J., Bergsten, C., Landin, H., Winblad vonWalter, L., Henriksson, M. & Kronqvist, C. 2014. Fallstudier hos mjölgårdar med närproducerat foder fullt ut. Retrieved from Växa Sverige.
 144. Lee, M. 2016. Presentation vid den internationella konferensen "Steps to sustainable livestock", Bristol. Personligt meddelande.
 145. Växa Sverige, 2017. Redogörelse för husdjursorganisationernas djurhälsovård 2016/2017.
 146. Sundberg, T., Berglund, B., Rydhmer, L. & Strandberg, E. 2009. Fertility, somatic cell count and milk production in Swedish organic and conventional dairy herds. *Livestock Science*, 126(1-3), 176–182. [doi:10.1016/j.livsci.2009.06.022](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.06.022).
 147. Rodríguez-Martínez, H., Hultgren, J., Båge, R., Bergqvist, A.-S., Svensson, C., Bergsten, C. & Gustafsson, H. 2008. Reproductive performance in high-producing dairy cows: Can we sustain it under current practice? *IVIS Reviews in Veterinary Medicine*, 1–23.
 148. Ahlman, T., Ljung, M., Rydhmer, L., Rocklinsberg, H., Strandberg, E. & Wallenbeck, A. 2014. Differences in preferences for breeding traits between organic and conventional dairy producers in Sweden. *Livestock Science*, 162, 5–14. [doi:10.1016/j.livsci.2013.12.014](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.12.014).
 149. Torsein, M., Lindberg, A., Sandgren, C. H., Persson Waller, K., Tornquist, M. & Svensson, C. 2011. Risk factors for calf mortality in large Swedish dairy herds. *Preventive Veterinary Medicine*, 99(2-4), 136–147. [doi:10.1016/j.prevetmed.2010.12.001](https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2010.12.001).
 150. Tufarelli, V., Lacalandra, G.M. & Laudadio, V. 2015. Reproductive and Metabolic Responses of Early-lactating Dairy Cows Fed Different Dietary Protein Sources. *Reproduction in Domestic Animals*, 50: 735–739. DOI: 10.1111/rda.12566.
 151. Täby press, 2018. www.oilpress.com
 152. Skeby Gårdar, 2018. www.skebygardar.se
 153. Jordbruksverket, 2019. Animalieproduktion. Års- och månadsstatistik- 2019:01. Statistiska meddelanden, JO48 SM 1903.
 154. Philip Carlsson, M., & Gustafsson, A.H. 2019. Teknisklösningar för egenproducerat kraftfoder i besättningar med mjölkkor – en exempelsamling. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 299.
 155. Elving, J. 2019. Grundläggande foderhygien – med fokus på mikrobiologiska faror i lokalproducerat foder till mjölkkor. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 300.

Mjölkkor och mjölkproduktion är en hörnsten i det ekologiska lantbruket i Sverige. Kretsloppstänkandet som är vägledande för ekologisk produktion kommer till uttryck i regelverken genom begränsningar av inköp av foder och djur.

Det är viktigt med resurseffektiva kretslopp inom och mellan gårdar som baseras på lokala eller regionala resurser för att uppnå en väl avvägd växtnäringsbalans. Mjölkproduktionen passar väl in i ett ekologiskt systemtänkande. Korna kan omvandla gräs och kvävefixerande vallbaljväxter till högvärdiga näringsämnen åt oss människor samt till mark och gröda via gödseln.

Ambitionen i denna skrift har varit att sammanfatta nuvarande kunskapsläge med fokus på utfodring av kon och kalven, både under stall- och betesperioden och på några olika utfodringsstrategier som är lämpliga i ekologisk mjölkproduktion.

